Landwirtschaftliche Nutzpflanzenkunde
Sojabohne

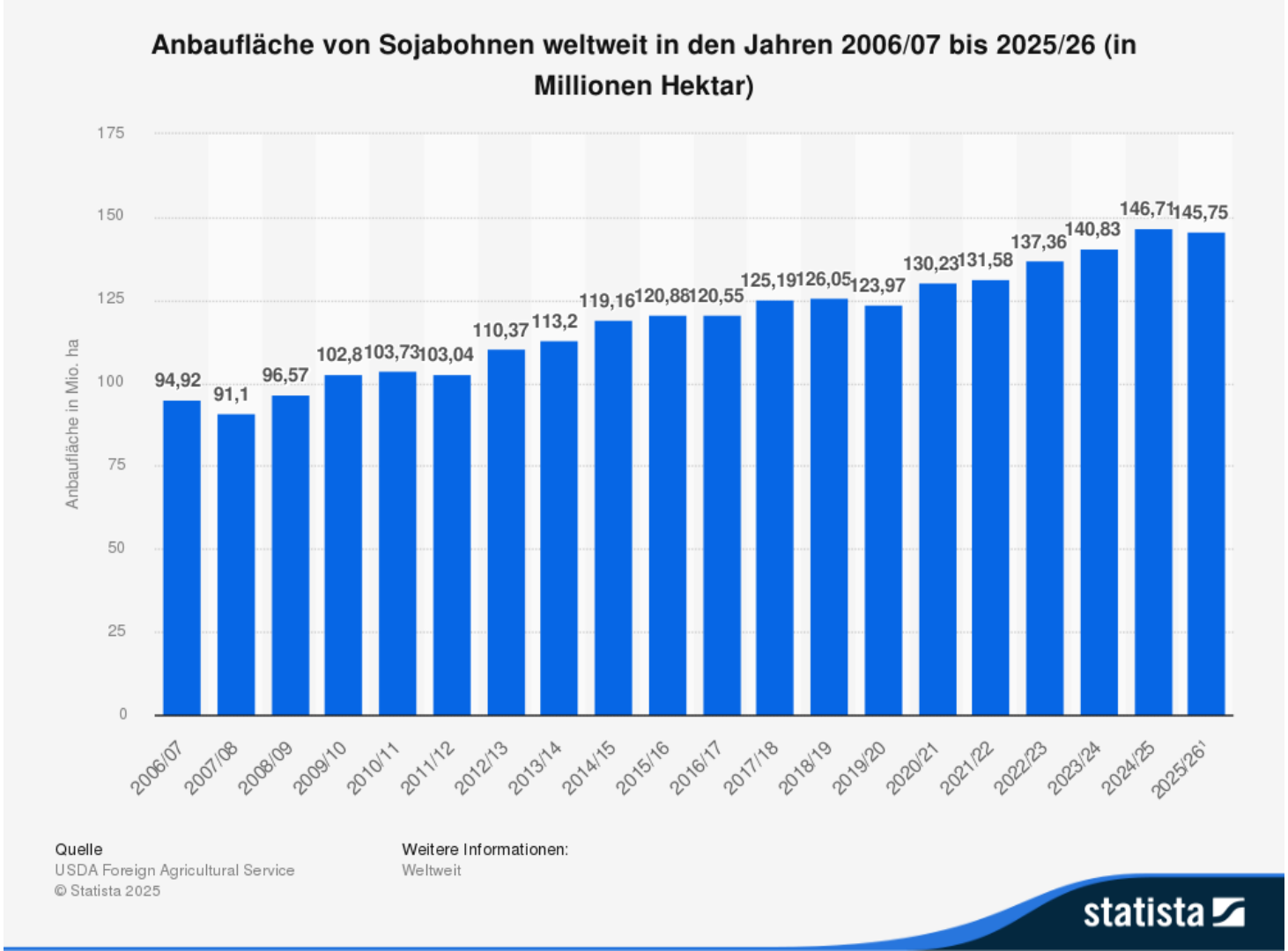
LT3 - Wintersemester 2026/27

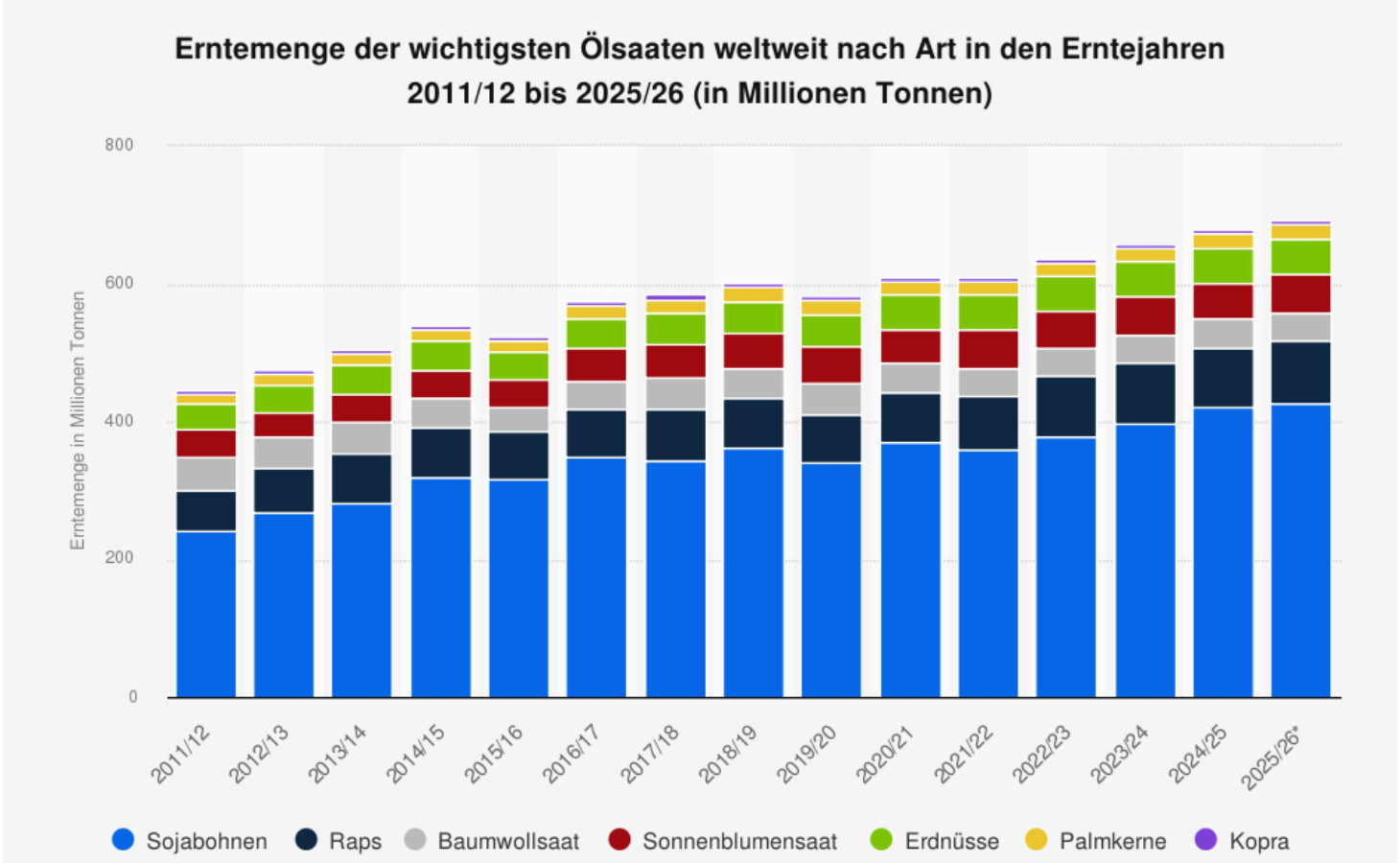
Prof. Dr. Carl-Philipp Federolf

28.10.2026

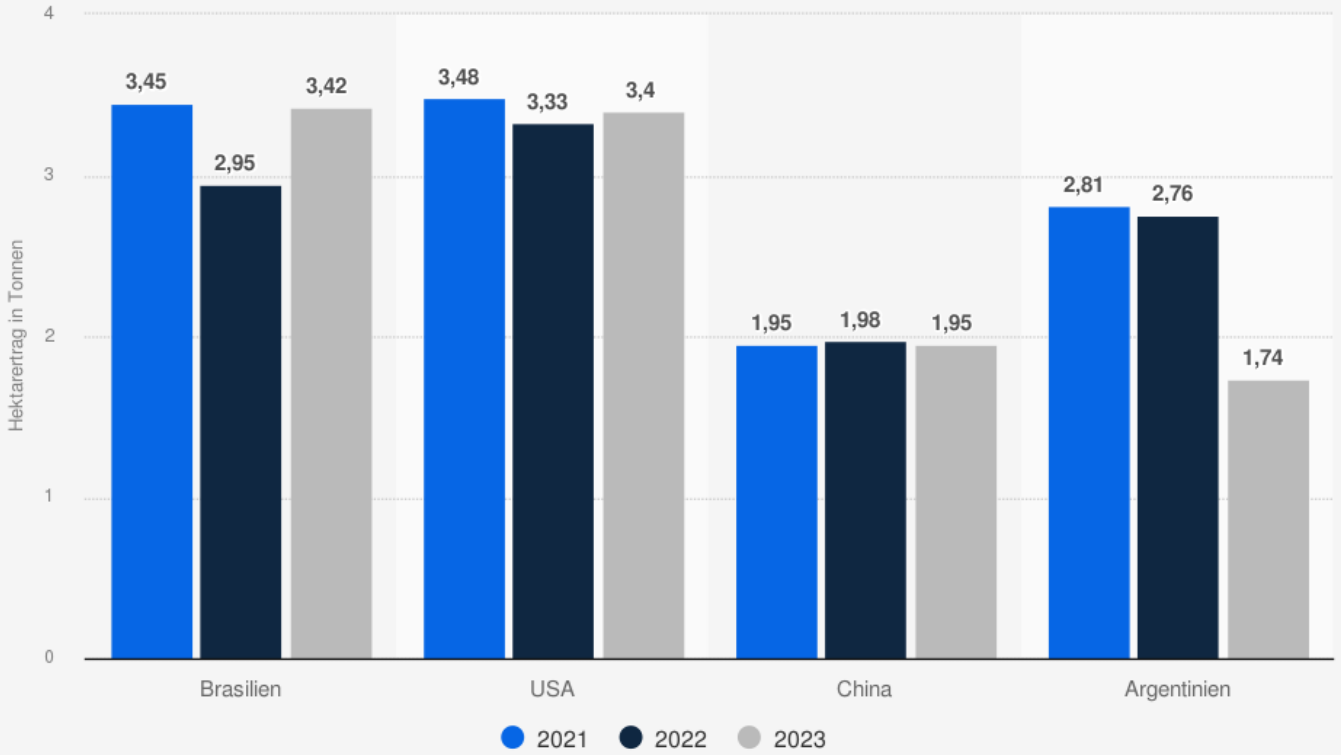
Herkunft der Sojabohne

- Südost-Asien – 45 ° Breitengrad
- vor 5000 Jahren in Kultur genommen
- 1737-1739 ➔ Europa – Botanische Gärten
- 1840 ➔ Anfänge der Sojakultur in Europa
- 1986-1988 ➔ 964.000 ha Anbaufläche


Anbaufläche von Sojabohnen weltweit in den Jahren 2006/07 bis 2025/26 (in Millionen Hektar)
Anbaufläche in Mio. ha
175
150
125
100
75
50
25
0
94,92
91,1
96,57
102,8
103,73
103,04
110,37
113,2
119,16
120,88
120,55
125,19
126,05
123,97
130,23
131,58
137,36
140,83
146,71
145,75
2006/07
2007/08
2008/09
2009/10
2010/11
2011/12
2012/13
2013/14
2014/15
2015/16
2016/17
2017/18
2018/19
2019/20
2020/21
2021/22
2022/23
2023/24
2024/25
2025/26¹
Quelle
USDA Foreign Agricultural Service
© Statista 2025
Weitere Informationen:
Weltweit
statista


Erntemenge der wichtigsten Ölsaaten weltweit nach Art in den Erntejahren 2011/12 bis 2025/26 (in Millionen Tonnen)
Erntemenge in Millionen Tonnen
800
600
400
200
0
2011/12
2012/13
2013/14
2014/15
2015/16
2016/17
2017/18
2018/19
2019/20
2020/21
2021/22
2022/23
2023/24
2024/25
2025/26*
Sojabohnen
Raps
Baumwollsaat
Sonnenblumensaat
Erdnüsse
Palmkerne
Kopra
Quelle
USDA Foreign Agricultural Service
© Statista 2025
Weitere Informationen:
Weltweit
statista

Hektarertrag von Sojabohnen in den führenden Erzeugerländern von Sojabohnen weltweit in den Jahren 2021 bis 2023 (in Tonnen je Hektar)

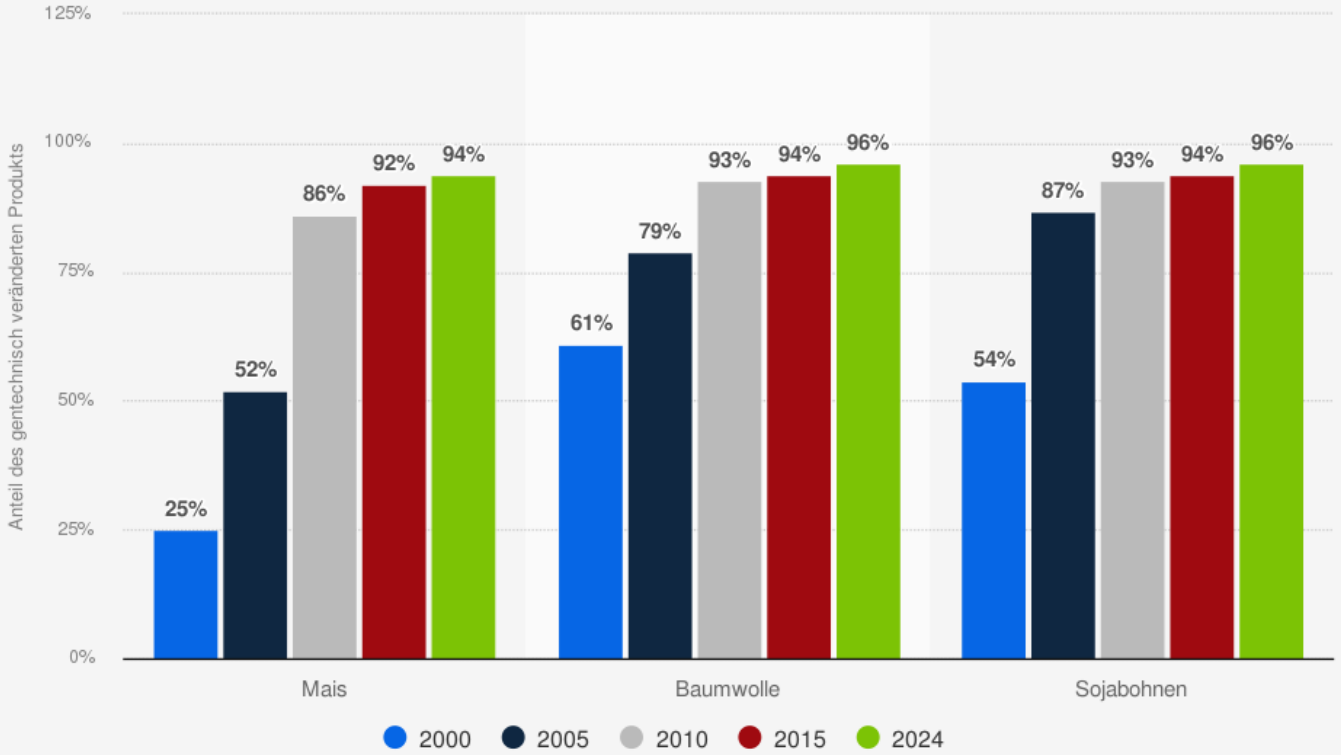


Quelle
FAO
© Statista 2025

Weitere Informationen:
Weltweit; 2020 bis 2023

statista

Anteil von gentechnisch veränderten Agrarprodukten an der gesamten Anbaufläche in den USA in den Jahren 2000 bis 2024

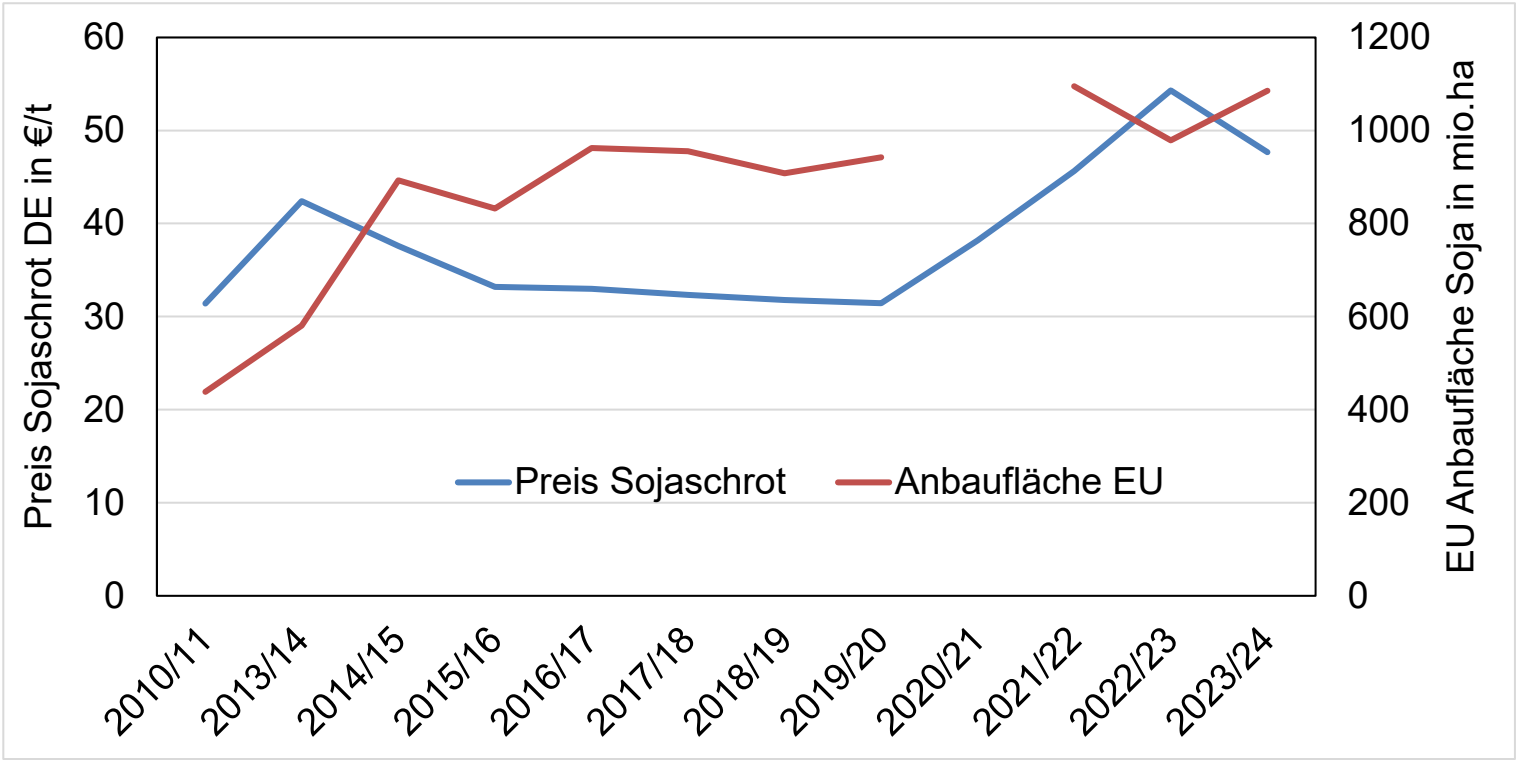


Quellen
USDA Foreign Agricultural Service; Economic Research Service

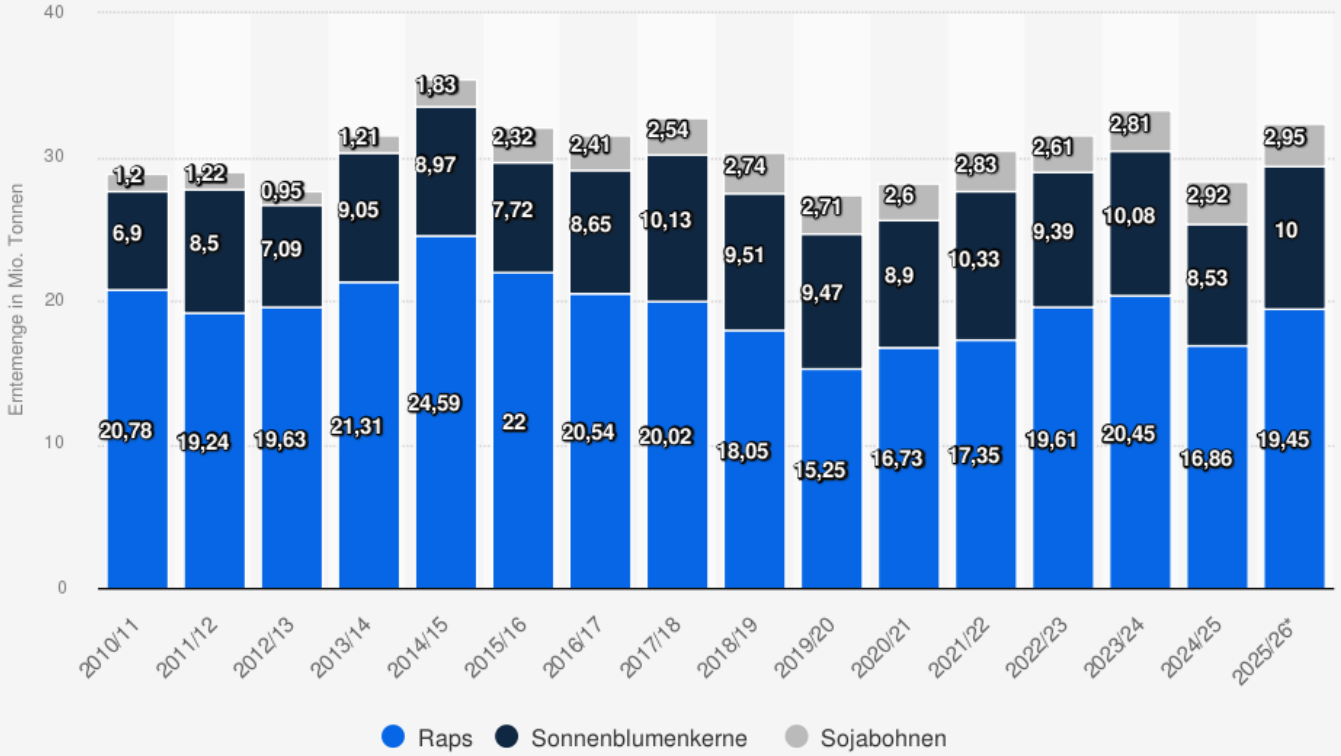
© Statista 2025

Weitere Informationen:
USA

statista


Preis Sojaschrot DE in €/t
EU Anbaufläche Soja in mio.ha
60
50
40
30
20
10
0
1200
1000
800
600
400
200
0
Preis Sojaschrot
Anbaufläche EU
2010/11
2013/14
2014/15
2015/16
2016/17
2017/18
2018/19
2019/20
2020/21
2021/22
2022/23
2023/24

Erntemenge der wichtigsten Ölsaaten in der Europäischen Union in den Jahren 2010/11 bis 2025/26 (in Millionen Tonnen)

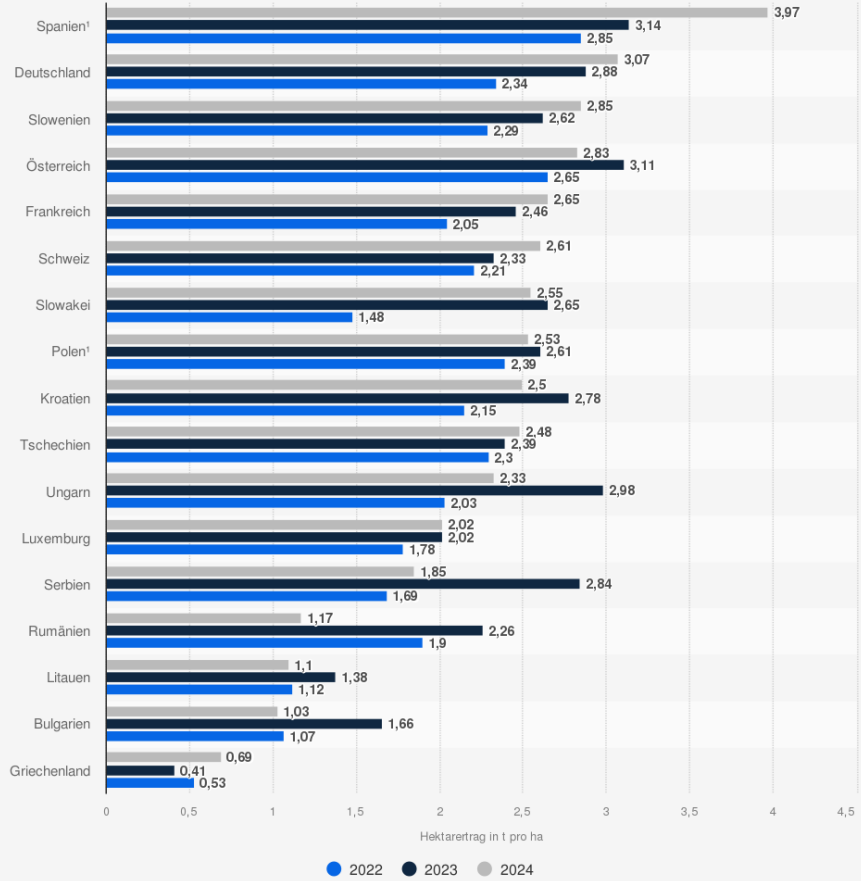


Quelle
USDA Foreign Agricultural Service
© Statista 2025

Weitere Informationen:
EU

statista

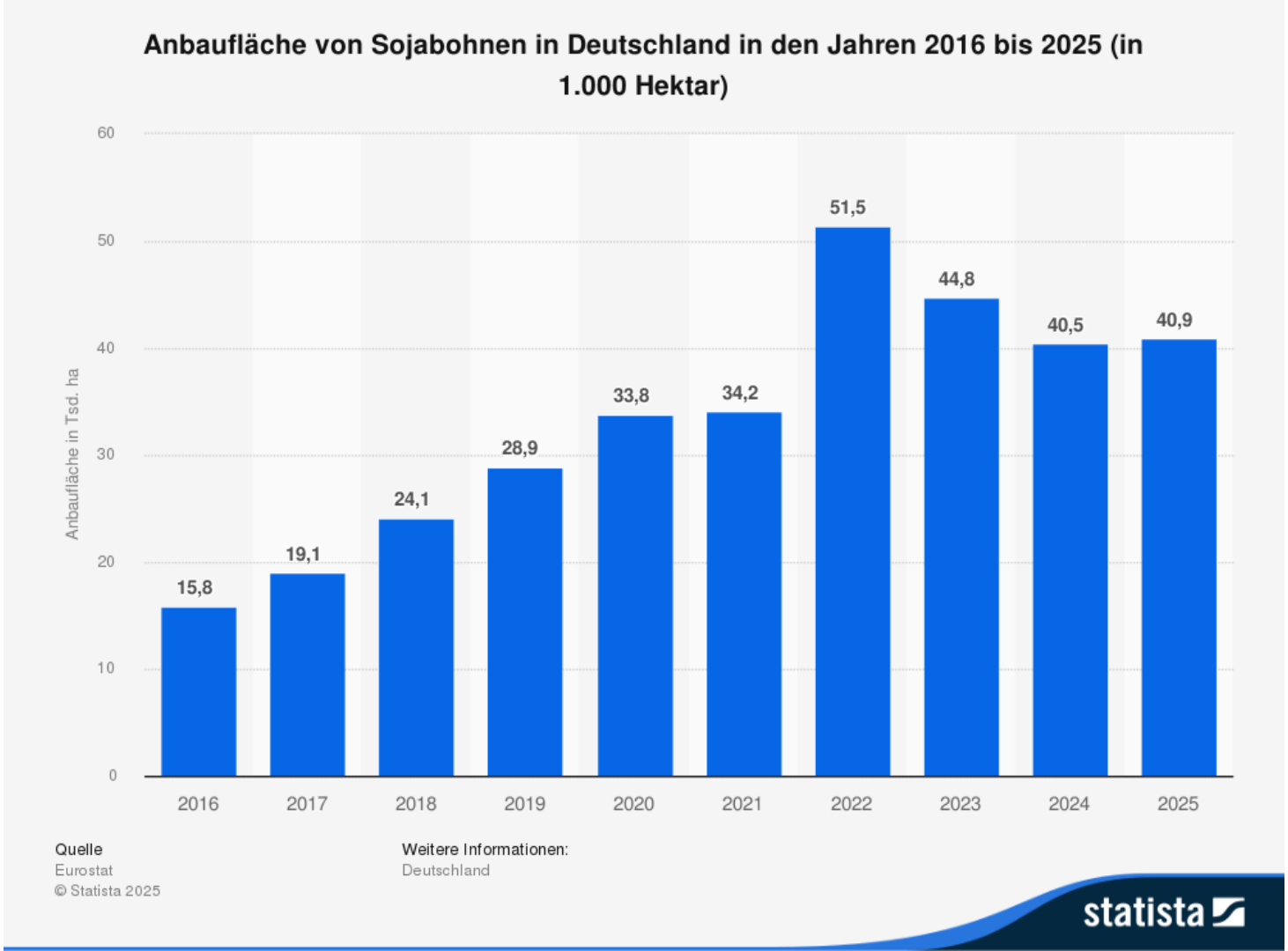
Ernteertrag von Sojabohnen in Europa nach ausgewählten Ländern in den Jahren 2022 bis 2024 (in Tonnen pro Hektar)



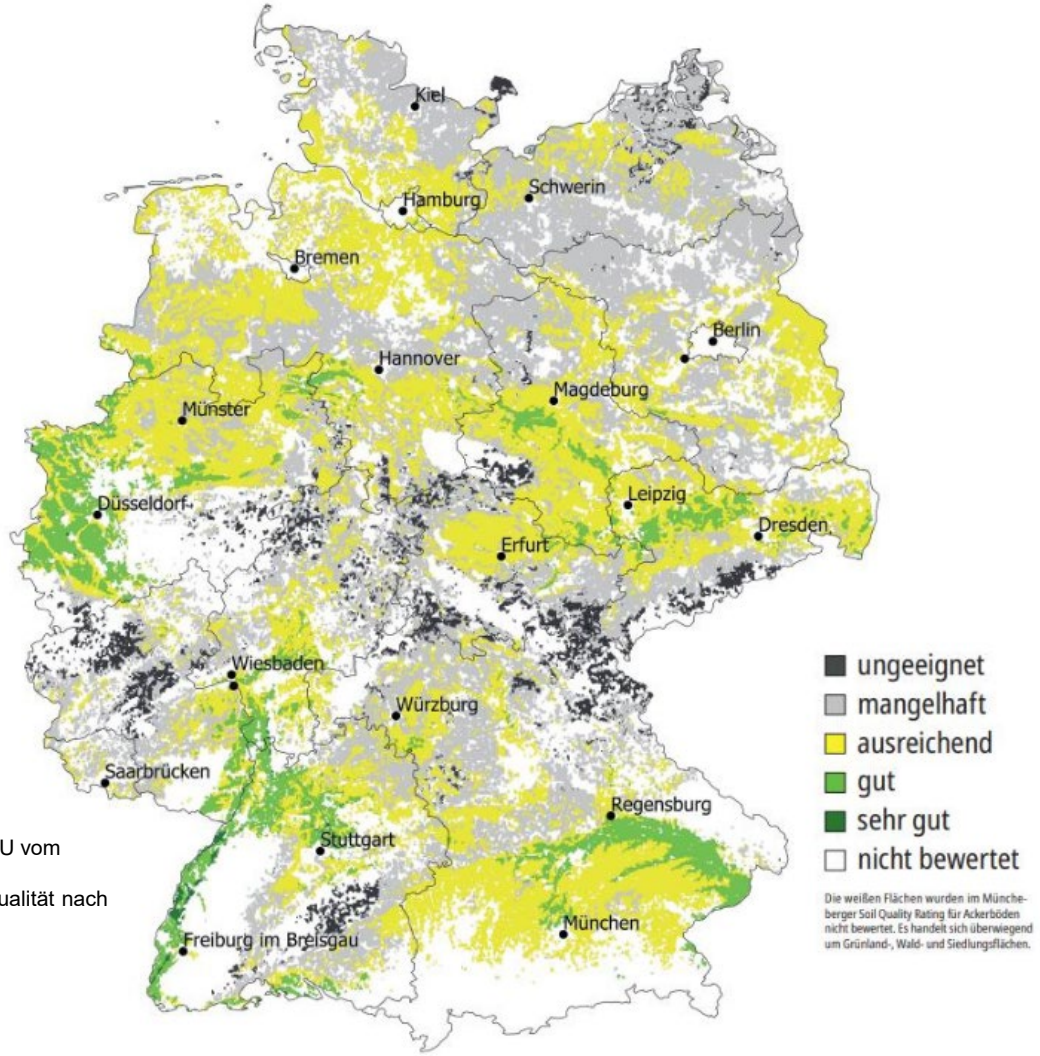
Quelle
Eurostat
© Statista 2025

Weitere Informationen:
Europa

statista


Anbaufläche von Sojabohnen in Deutschland in den Jahren 2016 bis 2025 (in 1.000 Hektar)
Anbaufläche in Tsd. ha
60
50
40
30
20
10
0
15,8
19,1
24,1
28,9
33,8
34,2
51,5
44,8
40,5
40,9
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
Quelle
Eurostat
© Statista 2025
Weitere Informationen:
Deutschland
statista

Anbaueignung

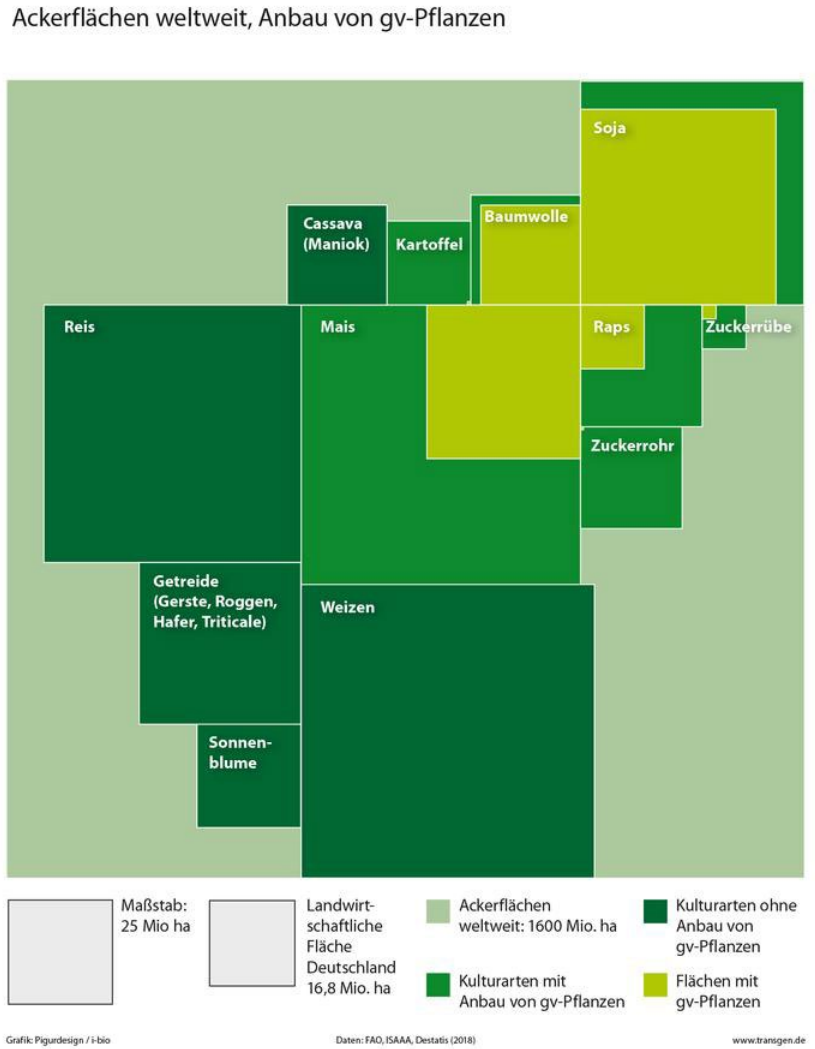


Anbaueignung Sojabohne berechnet auf der Basis von Temperatursumme nach CHU vom 01.05. – 15.09. der Jahre 2006 – 2020,
Niederschlagssumme vom 01.06. – 31.08. der Jahre 2006 –2020 sowie der Bodenqualität nach dem Müncheberger Soil Quality Rating.
Quelle: Stephenson, C., 2022 und eigene Ergänzung von Städtenamen

Anbaueignung

Aktuelle Anbaueignungskarte vom JKI: Link

Weltweit: Gentechnik



Sojabohne (Glycine max)

- nach Mais weltweit zweitgrößte Ackerkultur
- **Inhaltsstoffe:**
  - 16-20 % Öl
  - 35-40 % Rohprotein
  - 4-6 % Rohfaser
  - 8-12 % Wasser
  - 22-30 % Stärke
- hohe Eiweißwertigkeit (Lysin, Methionin)
- hohe Eiweißverdaulichkeit

Verwendungszweck

- Futtermittel
  - Sojaschrot
  - Heu
  - Silage
  - Grünfutter
- Lebensmittel
  - Speiseöl
  - Tofu
  - Sojamilch
  - Mehl
  - Gemüse

Sojabohne

- Wildform – Glycine soja
  - stammt aus Amur Ussuri Gebiet
  - stark krautig
  - rankend
  - kleine Körner
- Kulturform – Glycine max

Von Kmusser - Own work using Digital Chart of the World and GTOPO data., CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6077796

Soja - Morphologie

- Blätter
  - beidseitig behaart
  - oval, Rund oder Spitz
  - lang gestielt
  - drei Fiederblättchen
  - erste Laublätter nicht
-
  -
  -
  -
-
  -
  -
  -

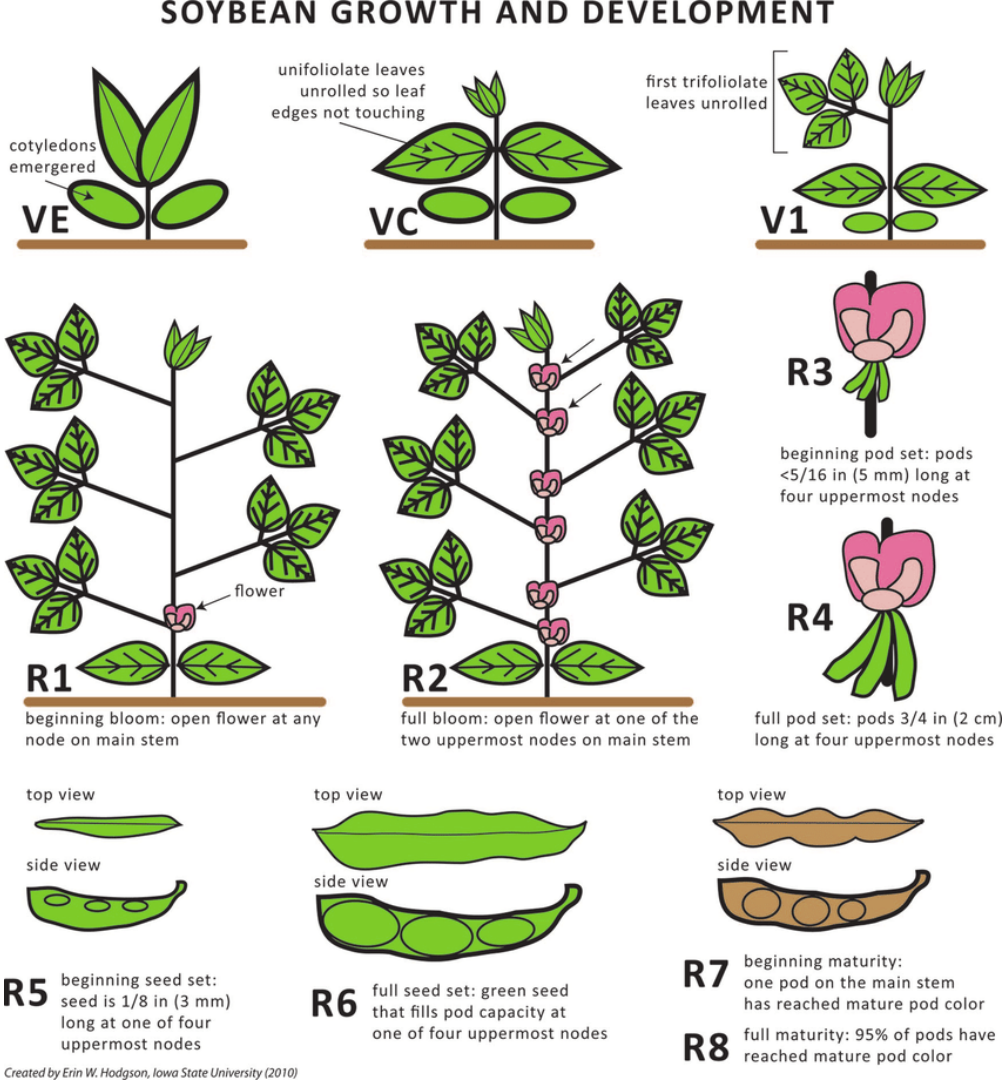
Von United Soybean Board - Closeup of Soybean Leaves, CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=83347677

Soja - Morphologie

- Blätter
  - beidseitig behaart
  - oval, Rund oder Spitz
  - lang gestielt
  - drei Fiederblättchen
  - erste Laublätter nicht
- Stängel
  - rund – Oval
  - 20 – 100 cm
  - leicht behaart
- Wurzel
  - Pfahlwurzel 60 – 120 cm
  - zahlreiche Nebenwurzel
  - Symbiose mit Bakterien

Sibble & Below, 2023, Role of Biologicals in Enhancing Nutrient Efficiency in Corn and Soybean, Crops & Soils 56(2):13-19 doi: 10.1002/crso.20263

By Anonymous - http://hdl.handle.net/1887.1/item:938298, CC BY 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=84240546


SOYBEAN GROWTH AND DEVELOPMENT
cotyledons emergered
VE
unifoliolate leaves unrolled so leaf edges not touching
VC
first trifoliolate leaves unrolled
V1
flower
R1
beginning bloom: open flower at any node on main stem
R2
full bloom: open flower at one of the two uppermost nodes on main stem
R3
beginning pod set: pods <5/16 in (5 mm) long at four uppermost nodes
R4
full pod set: pods 3/4 in (2 cm) long at four uppermost nodes
top view
side view
R5
beginning seed set: seed is 1/8 in (3 mm) long at one of four uppermost nodes
top view
side view
R6
full seed set: green seed that fills pod capacity at one of four uppermost nodes
top view
side view
R7
beginning maturity: one pod on the main stem has reached mature pod color
R8
full maturity: 95% of pods have reached mature pod color
Created by Erin W. Hodgson, Iowa State University (2010)

Wurzelleistung

- Wurzel
  - Tiefgehend, stressresistent
  - Sehr günstiges Wurzel-Spross-Verhältnis
- Pfahlwurzel
  - Unempfindlich gegenüber Verdichtungen oder schwer durchwurzelbaren Zonen (vgl. Erbse)
  - Kann Nährstoffe und Wasser aus dem Unterboden nutzen (P, K, S, Mikros) v.a. bei Trockenheit
  - Schnelles Tiefenwachstum ➔ frühe Trockentoleranz
  - Kaum mit Rhizobien Infiziert
  - Unempfindlich gegenüber kurzzeitiger oberflächiger Vernässung (Starkregen)
- Seitenwurzel
  - Aufnahme von diffusionsabhängigen Nährstoffe (P&K)
  - Rhizobien infizieren überwiegend Seitenwurzel
    - hohe Seitenwurzeldichte → viele Rhizobien
  - Werden durch hohen Feinerdeanteil gefördert
  - Hohe Temperaturen

Soja Blatttypen

Einfluss des Blatttyps auf die Spätverunkrautung

Soja - Morphologie

- **Blüten**
  - lila und/oder weiß
  - Selbstbefruchter
  - 5-7 mm groß, 5 bis 20 Stück/Nodium
  - Blüten in **Blattachseln** oder endständig

By Huwmanbeing - Own work, Public Domain, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7397609

Soja - Morphologie

- **Blüten**
  - lila und/oder weiß
  - Selbstbefruchter
  - 5-7 mm groß, 5 bis 20 Stück/Nodium
  - Blüten in Blattachsen oder **endständig**

Von Krzysztof Ziarnek, Kenraiz - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=143481728

Soja - Morphologie

- **Hülsen**
  - leicht gebogen
  - 20-70 mm lang
  - Behaart
  - 2 bis 4 Körner/Hülse

Von Ayotte, Gilles, 1948- - Bibliothek der Université Laval, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=127859312

Soja - Morphologie

- **Körner**
  - rund, oval, platt oder nierenförmig
  - Nabelfarbe weiß/schwarz
  - 100 – 240 g TKG

Von CSIRO, CC BY 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=35476410

Von Tris T7 - Eigenes Werk, CC BY 3.0,
https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=75502389

Soja – „Wuchstypen“

Soja – „Wuchstypen“

- Determiniert – begrenzt wachsend
  - Wachsen nach der Blüte Vegetativ nicht mehr weiter
  - Anbau im Süden (unter 40° Breitengrad)
- Semi-Determiniert - Halb-begrenzt wachsend
  - wenig verzweigend
  - gute Standfestigkeit
  - kürzere Wuchshöhe
  - geringere Nodienanzahl
- Indeterminiert - Unbegrenzt wachsend
  - Wachsen nach der Blüte Vegetativ weiter
  - gute Kompensationsfähigkeit bei Stress (Kälte, Blütenabwurf)
    - durch ➔ höherer Nodienanzahl
    - oder ➔ mehr Verzweigungen

Indeterminierte Wuchstypen

- Diese Sorten setzen keine feste Begrenzung für Blüte und Hülsenbildung:
  - Vorteilhaft in trockeneren Regionen
  - Nach Phasen mit Hitze- oder Trockenstress können sie bei erneuter guter
  - Witterung weiterwachsen und neue Blüten und Hülsen bilden
  - Das steigert Ertragssicherheit, kann jedoch die
  - Abreife verzögern

Semi-determinierte Wuchstypen

- Diese Sorten beenden Blüte und Hülsenbildung, sobald:
  - der sortenspezifische Wärme- und Wasserbedarf gedeckt ist oder
  - anhaltende Trockenheit das Wachstum stoppt
  - Ein Neustart der Blüte nach einem Wachstumsstillstand erfolgt nicht.

    → Geeignet für feuchte oder gleichmäßig versorgte Standorte

Züchtung / Zuchtziele

- Agronomie
  - Ertragssteigerung und – stabilität
  - Lagerung / Standfestigkeit
  - Resistenz:
    - Biotisch/Krankheiten
      - Sklerotinia
      - Virosen
    - Abiotisch/Umwelt
      - Trockenheit
      - Blütenabwurf bei Kälte
  - Wuchstyp, Blattform
- Verbesserte Qualitätseigenschaften
  - Protein – Fokus in Europa
    - High Protein
  - Öl
    - High Oil
    - Reduktion Lipoxygenase
    - Reduktion Linolensäure
  - Kohlenhydrate
    - High Sugar
  - Antinutritive Stoffe
  - Trypsininhibitoren reduziert

high protein (tofu)

high sucrose (edamame, tofu)

sucrose , flavonoids (edamame)

high protein, reduced TI (animal feedstuff)

high protein (tofu, soy drinks)

small seed (natto fermentation)

standard (food grade)

standard (oil extraction, snacks)

Reifegruppe

- Temperatur- und Tageslängenanspruch entscheidet über die Reifegruppe der Sorte.
- Temperatursumme: 1450°C bis 2500 °C erreichen der Reife
- Tageslänge: Kurztag, Tagneutral, Langtagcharakter
  - Einfluss auf länge des Vegetativen Wachstums und auf Übergang der Reproduktiven Phase!
- International 13 Reifegruppen
  - 000 ➔ sehr früh
  - X ➔ Tropisch
- Deutschland
  - Anbau von 0000/000 bis 00/0 Sorten

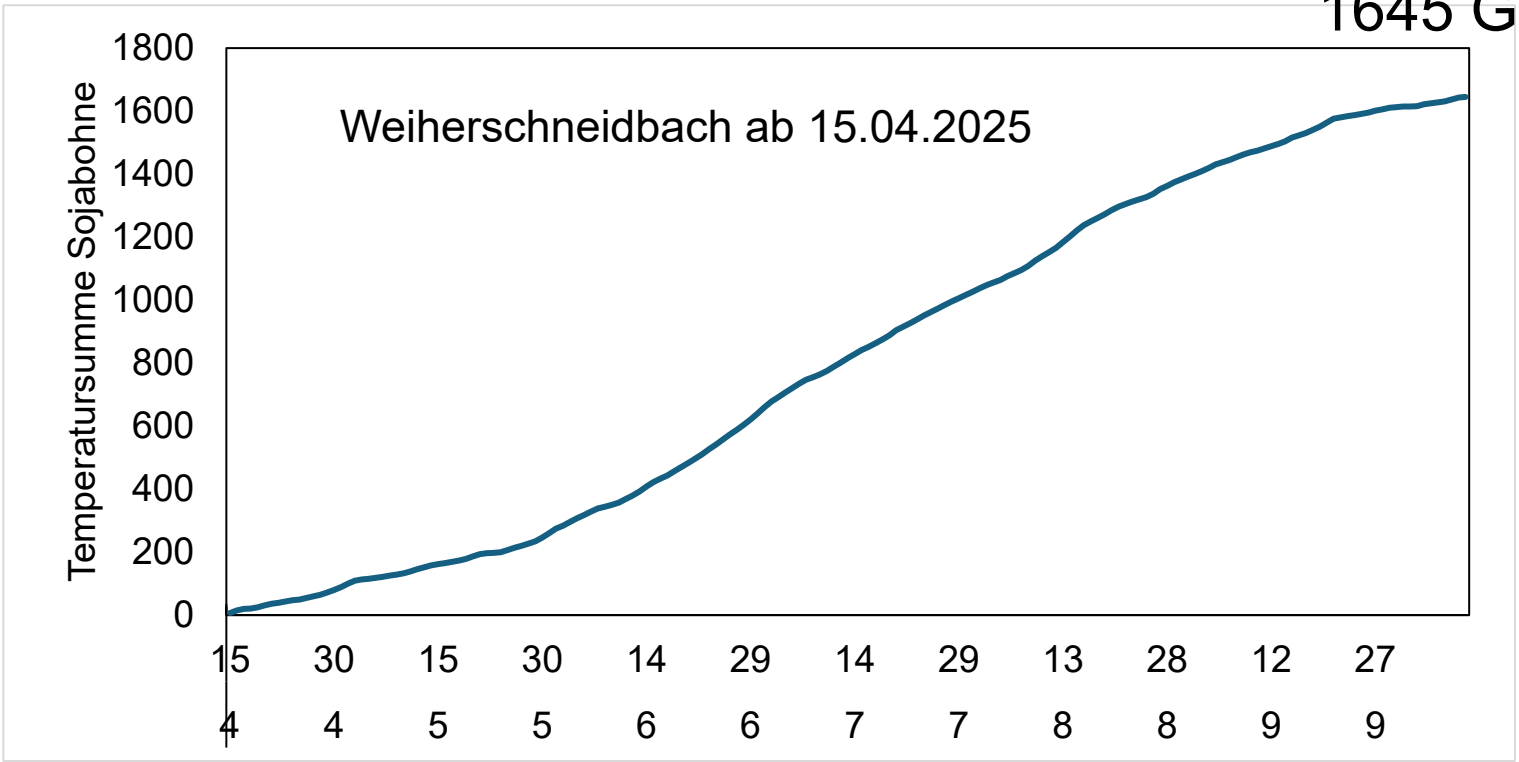
Temperatursumme

- Basis Soja: 6 °C

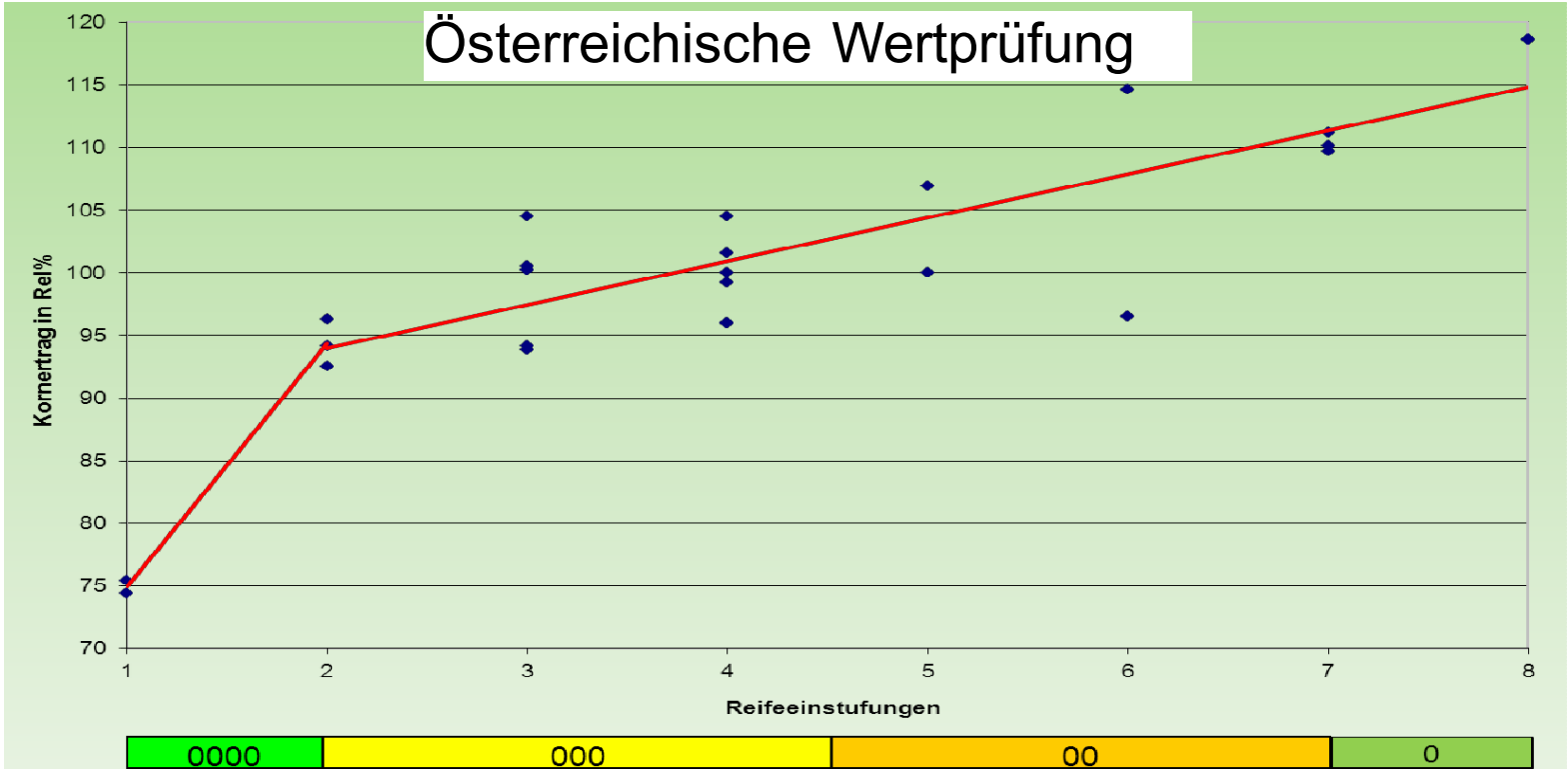
- Berechnung: $T_{\sum} = \sum_{Aussaat}^{Ernte}(\frac{(T_{min}+T_{max})}{2} - T_{basis})$
- T_{Basis}= 6°C
- T_{max} > 30 ist T_{max}= 30
- T_{Σ} < 0 ist T_{Σ} = 0

McMaster GS, WilhelmWW (1997) Growing degree-days: one equation, two interpretations. Agric For Meteorol 87:291–300. doi:10.1016/S0168-1923(97)00027-0

1645 GD


Weiherschneidbach ab 15.04.2025
Temperatursumme Sojabohne
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
15 4
30 4
15 5
30 5
14 6
29 6
14 7
29 7
13 8
28 8
12 9
27 9

Ertrag X Reifegruppe



Quelle: Saatbau Linz 2015

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf | Prof. Dr. Carl-Philipp Federolf

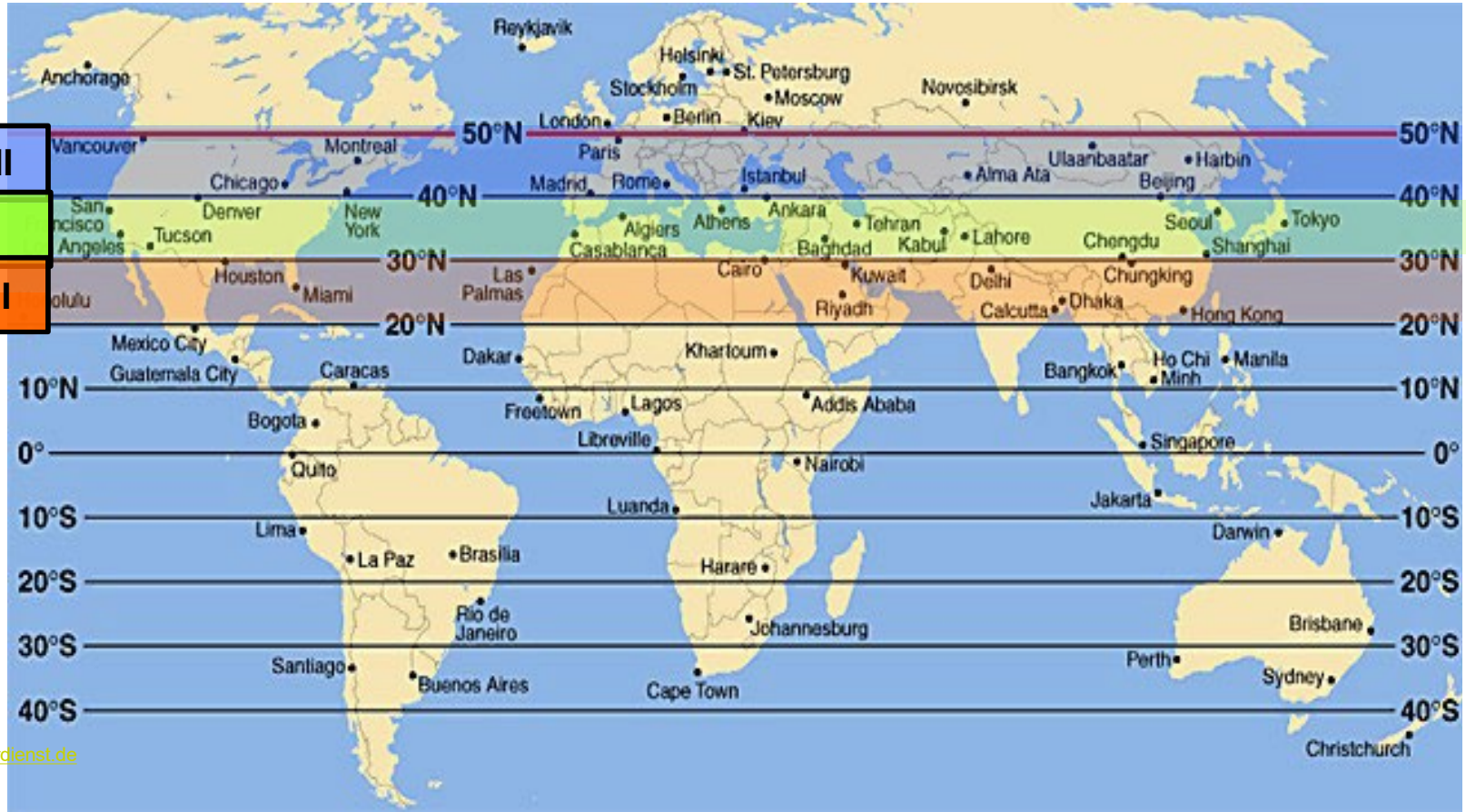
Soja Reifegruppen nach Breitengrad

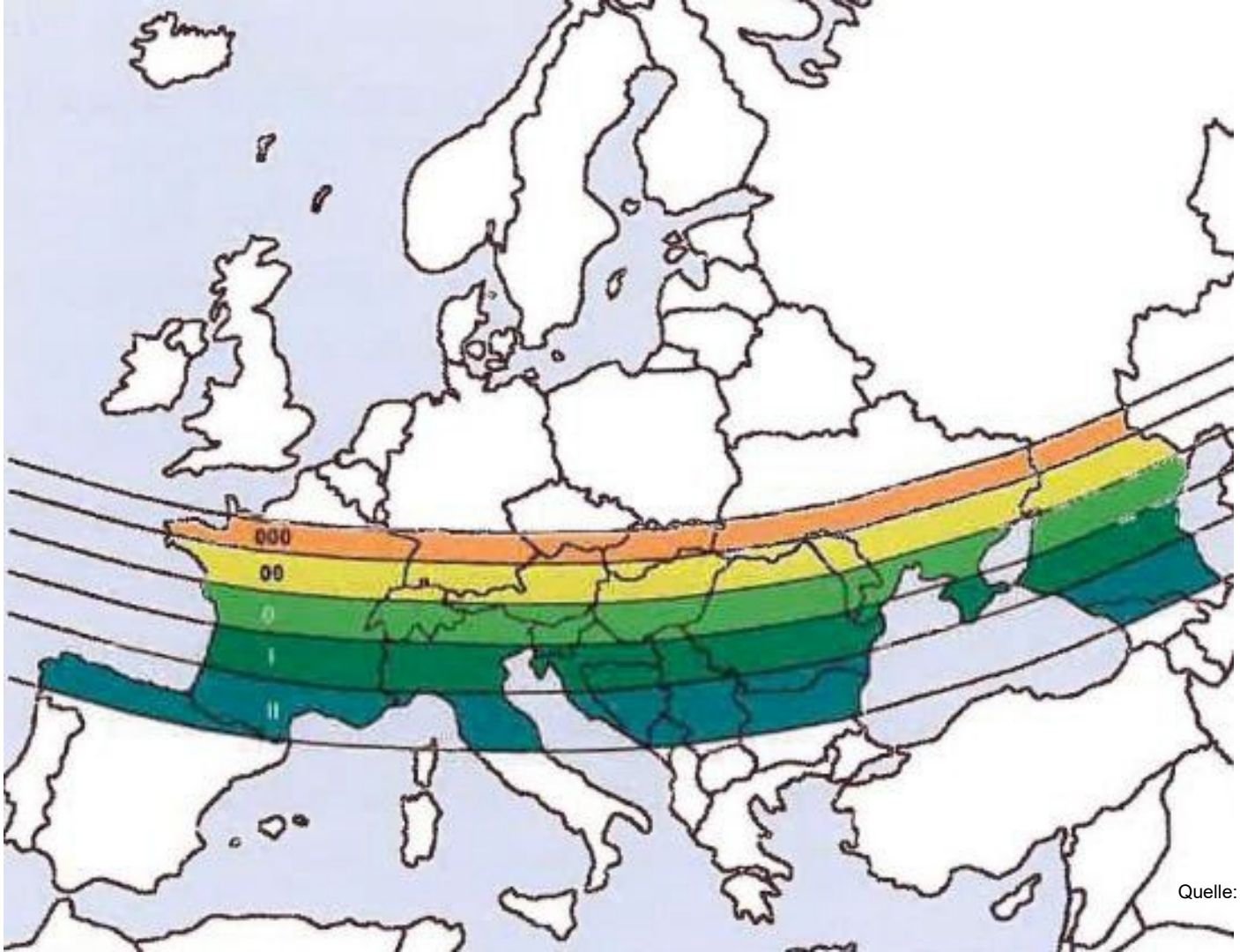
Carl Philipp Federolf
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

000 - II

II - V

V - VIII





Quelle: Miladinovic, 2011

Ertragsaufbau

Ertragsaufbau

Einzelpflanze:

- TKG: 130 – 220 g
- Körner je Hülse: 2 – 3
- Körner je Pflanze: 20 - 90
- Hülsen je Trieb: 5 – 15
- Hülsen je Pflanze: 10 - 30
- Verzweigungen: 2 - 4

Bestand:

- 1,8 – 6 t/ha Ertrag
- 1000 – 5000 Körner/m²
- 500 – 1500 Hülsen/m²
- 100 – 240 Triebe/m²
- 50 – 60 Pflanzen/m²

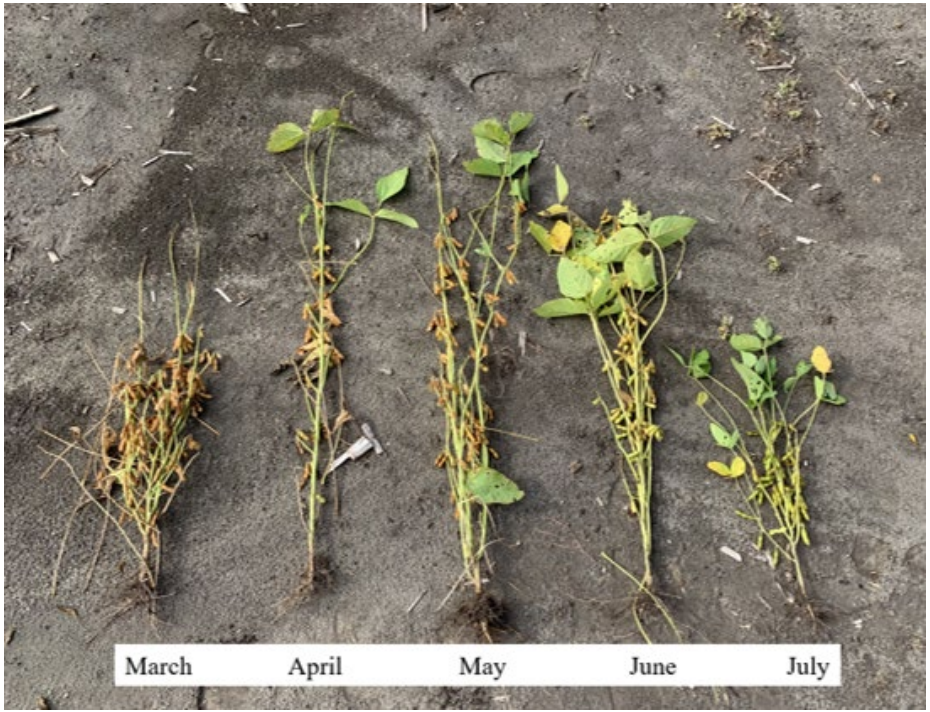
Von Derekjpotratz - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=74997544

Welche Erträge sind in Deutschland möglich?

- Soja ist eine Kurztagspflanze:
  - der Feldaufgang muss unter Kurztagsbedingungen erfolgen

Gebiet	°nB	Ertrag dt/ha
bis Mailand	46	40 – 50
bis Passau	48	35 – 45
bis Würzburg	50	30 – 35
bis Leipzig	51	20 - 25

Aussaatdatum



Quelle: NC State Extension

Entwicklungsstadien

Europäisches System

Amerikanisches System

BBCH – Skala

Munger et al., 1997

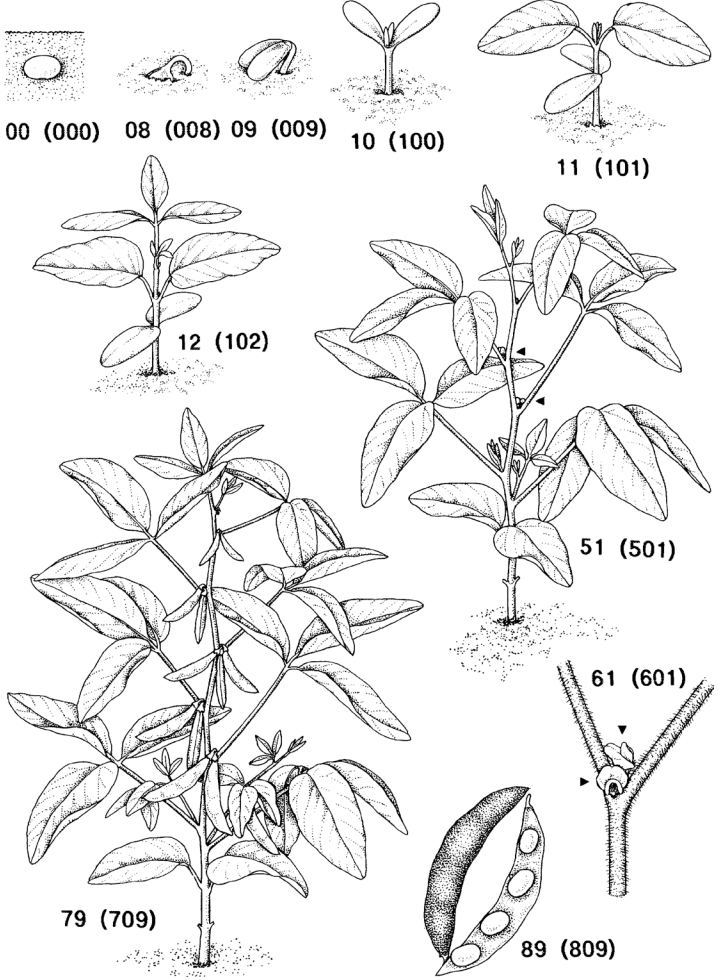
Soybean growth stages

Fehr and Caviness (1997)

BBCH Skala

Makro- und Mikrostadien

00 – 09 ➔ Keimung
10 – 19 ➔ Blattentwicklung
20 – 29 ➔ Seitensprossenentwicklung
49 ➔ Erntefähige vegetative Pflanzenteile haben endgültige Größe erreicht
50 – 59 ➔ Blütenanlage
60 – 69 ➔ Blüte
70 – 79 ➔ Samenentwicklung
80 – 89 ➔ Samenreife
90 – 99 ➔ Absterben



Munger, et al. (1997), Phenological Growth Stages of the Soybean Plant (*Glycine max* L. MERR.). Journal of Agronomy and Crop Science, 179: 209-217. doi: 10.1111/j.1439-037X.1997.tb00519.x

Fehr and Caviness (1997)	Plant Development
VE	Emergence
VC	Cotyledon + unfolding unifoliate leaves
V1	First node trifoliate leaves
V2	Second node
V3	Third node
V4	Fourth node
V5	Fifth node
V6	Sixth node
V(n)	Nth node
R1	Beginning bloom
R2	Full bloom
R3	Beginning pod development
R4	Full pod
R5	Beginning seed
R6	Full seed
R7	Beginning maturity
R8	Full maturity leading to harvest

Keimung	Laubblattentwicklung			Blühbeginn	Samenbildung in den Hülsen	Kornfüllung	Bohnenreife und Ernte
BBCH-STADIEN							
06	10	11	12	60	79	85	89

Quelle: EURALIS Saaten

Entwicklungsstadien amerikanische Literatur						
VE	VC	V1	V2	R1	R4 –R6	R8

Abbildung 1: Vergleich des europäischen und amerikanischen Systems der Einteilung der Entwicklungsstadien von Soja (Euralis Saaten, Taifun).

Quelle: Taifun Sojainfo, Ausgabe 51

Klimaansprüche

- Temperatursumme 1600 °-Tage über 10° C
- Bodentemperaturen ≥ 10° C im April
- 400° C Temperatursumme im Mai (Tagesmittel ≥ 13° C)
- keine Spätfröste (unter - 4° C)
- 000-Sorten bis 50. Breitengrad
- Höhenlagen bis 400 m

Anbaueignung

Aktuelle Anbaueignungskarte vom JKI: Link

Spezifischer Wasserbedarf in der Hauptvegetation

- Wasserbedarf ab Mitte Juni bis September:

Bedarf für	**4 t/ha:**	180 l/m²
	3 t/ha:	140 l/m²
	2 t/ha:	110 l/m²

- Trockensensible Phasen
  - Blühbeginn: Hülsenansatz
  - Hülsenansatz: Erhöhung der Kornzahl/Hülse
  - Dickenwachstum der Hülsen: Erhöhung des TKG

→ Größter Wasserbedarf Mitte / Ende Juli!

Standortansprüche

- Geeignet:
  - alle Böden, die sich schnell erwärmen
  - Böden mit guter Wasserführung

- Ungeeignet:
  - kalte Standorte
  - staunasse Böden
  - steinige Böden → Ernteerschwernis
  - Ackerwinden-Standorte

Fruchtfolge, Vorfruchtwirkung

- Fruchtfolge:
  - Nachbau Soja – Soja beim ersten Mal möglich Etablierung der Knöllchenbakterien im Boden
  - FF-Krankheiten: Rhizoctonia, Sklerotinia
- Vorfruchtwert:
  - gute Durchwurzelung
  - Transport von N in tiefere Schichten
  - N-Leistung: 170 bis 200 kg/ha ca. 50 kg für Folgefrucht anrechenbar
  - Bewertung des Vorfruchtwertes:
    - Raps > Kartoffel > Zuckerrübe > Soja >> Mais

Wichtigsten Schädlinge und Krankheiten

Schädlinge	Krankheiten
– **Distelfalter** – **Bohnenfliege** – Mäuse, Vögel – Wildschaden – Blattläuse – Thripse – Blattrandkäfer	– Rhizoctonia, Sklerotinia (FF-Krankheiten) – Phomopsis/Diaporte – Peronospora – Bakterienbrand – Sojarost in Europa (noch) nicht

Distelfalter (Vanessa cardui)

Distelfalter (Vanessa cardui)

- 1. Generation ab Ende Mai – Anfang Juni
- Warme Bedingungen begünstigen den Befall
- Larven der 1. Generation kommen nesterweise im Schlag vor
- Bekämpfung der Larve mit einfachen Pyrethroiden möglich

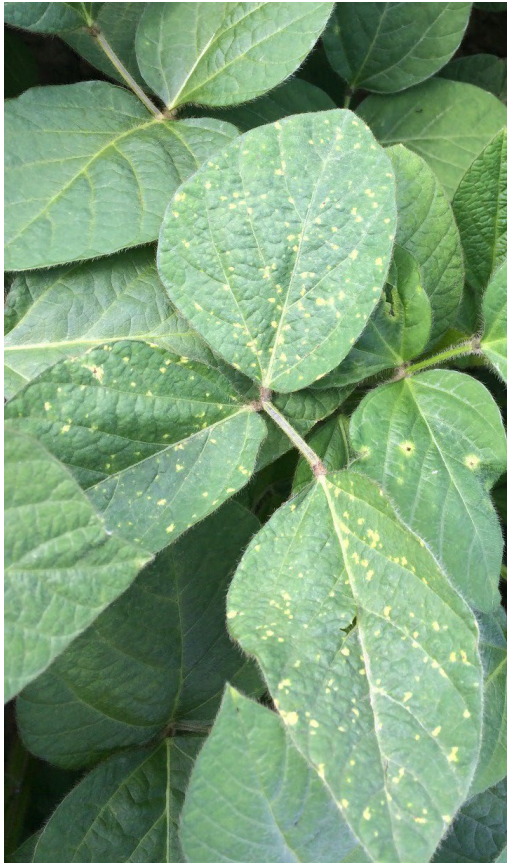
Bohnenfliege (Delia platura)

- Schaden solange die Soja im Boden ist
- Sobald die Pflanze Aufläuft ➔ Verpuppen sich die Larven

- nicht zu tief Ablegen (max. 4 cm)
- zügiges Auflaufen sichern

Sklerotinia

Falscher Mehltau (Peronospora manshurica)



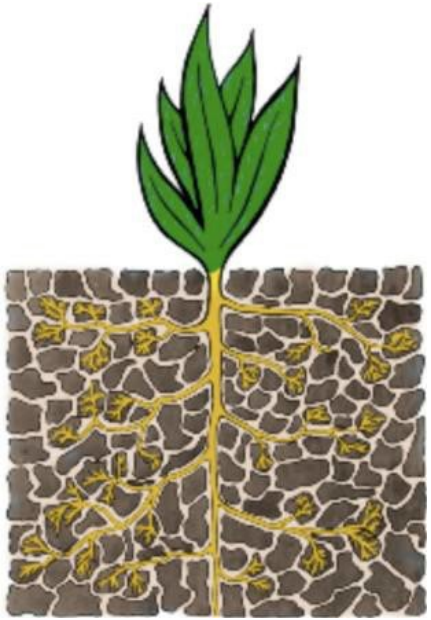
Bakterienbrand (Pseudomonas syringae pv. glycinea)

Bodenbearbeitung

Reaktion der Sojabohne auf:	
tiefe Lockerung (auch in Streifen)	++
hoher Feinerdeanteil Krume	+++
intensive flächige Lockerung	+
Bodenverdichtungen Oberboden	--
Bodenverdichtungen Unterboden	0
vernässte Bodenstruktur	--

Ernterückstände:	
In der Reihe (Einzelkornsaat)	- -
zwischen den Reihen	0
„Strohpakete“ unter der Reihe	- - -
Verkrustung (Luftmangel)	- -

Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit

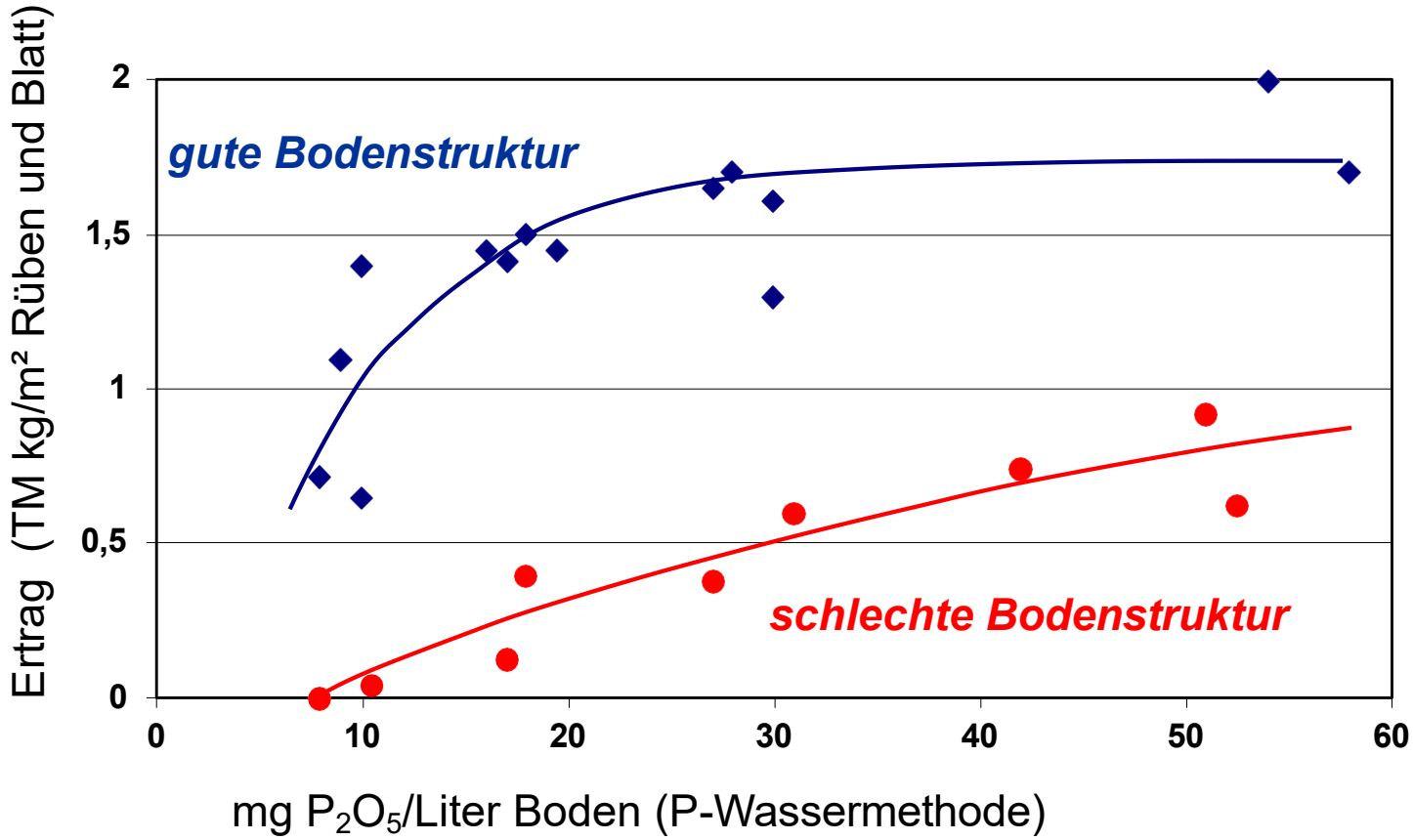


gute Bodenstruktur

schlechte Bodenstruktur

Quelle: TLL, Jena

Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit



Quelle: TLL, Jena

Saatbettvorbereitung

- Stroh gleichmäßig einarbeiten
- Verdichtungen beseitigen
- Rückverfestigen (Feinerde)
- vor Winter unbedingt einebnen
- März/April flache Bearbeitung
- nach Aussaat anwalzen

Soja-Aussaat

- Saatzeit:
  - Anfang April bis Anfang Mai (Bodentemperatur ≥ 8°C)
  - feucht-kühle Witterung nach Saat: Auflaufschäden, Verunkrautung!
- Saatstärke:
  - Keimfähigkeit und Triebkraft überprüfen!
  - Ziel: 30 bis 60 Pflanzen/m²
  - 0-Sorten: : ~ 30 keimfähige Pfl./m²
  - 00-Sorten: ~ 45 keimfähige Pfl./m²
  - 000-Sorten: ~ 60 keimfähige Pfl./m²
  - Reihenabstand bei Drillsaat
  - 15 bis 25 cm(6 bis 10 cm in der Reihe)

Soja-Aussaat

- Soja ist eine KT-Pflanze → kürzere Tageslänge beim Feldaufgang ist Vorteil je später eine Sorte ist (➔ wie Mais)

- Vorteil frühe Saat:
- längere Anlagephase: höhere Hülsenzahl
- früherer Blühbeginn: höheres TKG
- bessere Verzweigung (0/00-Sorten): höhere Hülsenzahl

Soja-Aussaat

- Soja ist eine KT-Pflanze → kürzere Tageslänge beim Feldaufgang ist Vorteil je später eine Sorte ist (➔ wie Mais)

- Risiken frühe Saat:
- lange Auflaufphase bei Kälteeinbruch (s. 2017/19): FA-Verluste
  - Krankheitsbefall der Keimblätter ➔ Verluste
  - Herbizidstreß durch Kälte, Einwaschung (Pendimethalin, Metribuzin, ALS-Hemmer)
- tieferer Erstansatz der unteren Hülsen nach langer, kühler (nasser) FA-Phase
- Geringere Knöllcheninfektion nach langer, feucht-kühler FA-Phase

Soja-Aussaat

- Saattiefe:
  - 2 bis 4 cm je nach Boden
    - 2 cm bei schweren, kalten Böden
    - 4 cm bei leichten, warmen Böden
  - Bodenschluss
- Saattechnik:
  - Einzelkornsaat der Drillsaat überlegen!
  - exakte Tiefenablage
  - optimale Reihenweite: 37,5 cm

EKS oder Drillsaat?

+ Vorteile der Einzelkornsaat
  - sicheres Keimen (Ablage auf wasserführender Schicht)
  - gleichmäßiger Auflauf (gleichmäßige Ablagetiefe)
  - bessere Einstrahlung (breite Reihenweite), deshalb auch in Nord-Süd-Richtung drillen
  - Hacken in weiten Reihen möglich
  - tendenziell höherer Ansatz der untersten Hülsen (+ 1 bis 3 cm)
- Nachteile der Einzelkornsaat
  - später Bestandesschluss
  - Risiko Spätverunkrautung
  - gute Saatgutqualität wegen reduzierter Aussaatstärke notwendig - 35-45 Kö/m2 (gute Triebkraft, unbeschädigtes Saatgut)

Düngung

Nährstoffbedarf – Stickstoff – Ertragserwartung: 4 t / ha

- Ertrag (t) x Protein (%) ➔ Proteinertrag
  - 4 t x 0,4 ➔ 1,6 t
- N im Protein ➔ 6,25 %
- Proteinertrag / 6,25 ➔ kg N Korn
  - 1,6 t / 6,25 ➔ 256 kg N Korn
- 80 bis 100 kg N in Wurzel + Stroh

- 100 kg N (Wu/St) + 256 kg N Korn → 356 kg N / ha
- Pro Tonne Ertrag braucht die Sojabohne 80 – 90 kg N

Düngung: N-Versorgung

- N_{min}
- N_{mob}
- Rhizobien
- Düngung

- → Ziel 350 kg N / ha

Bild: F.Kornis

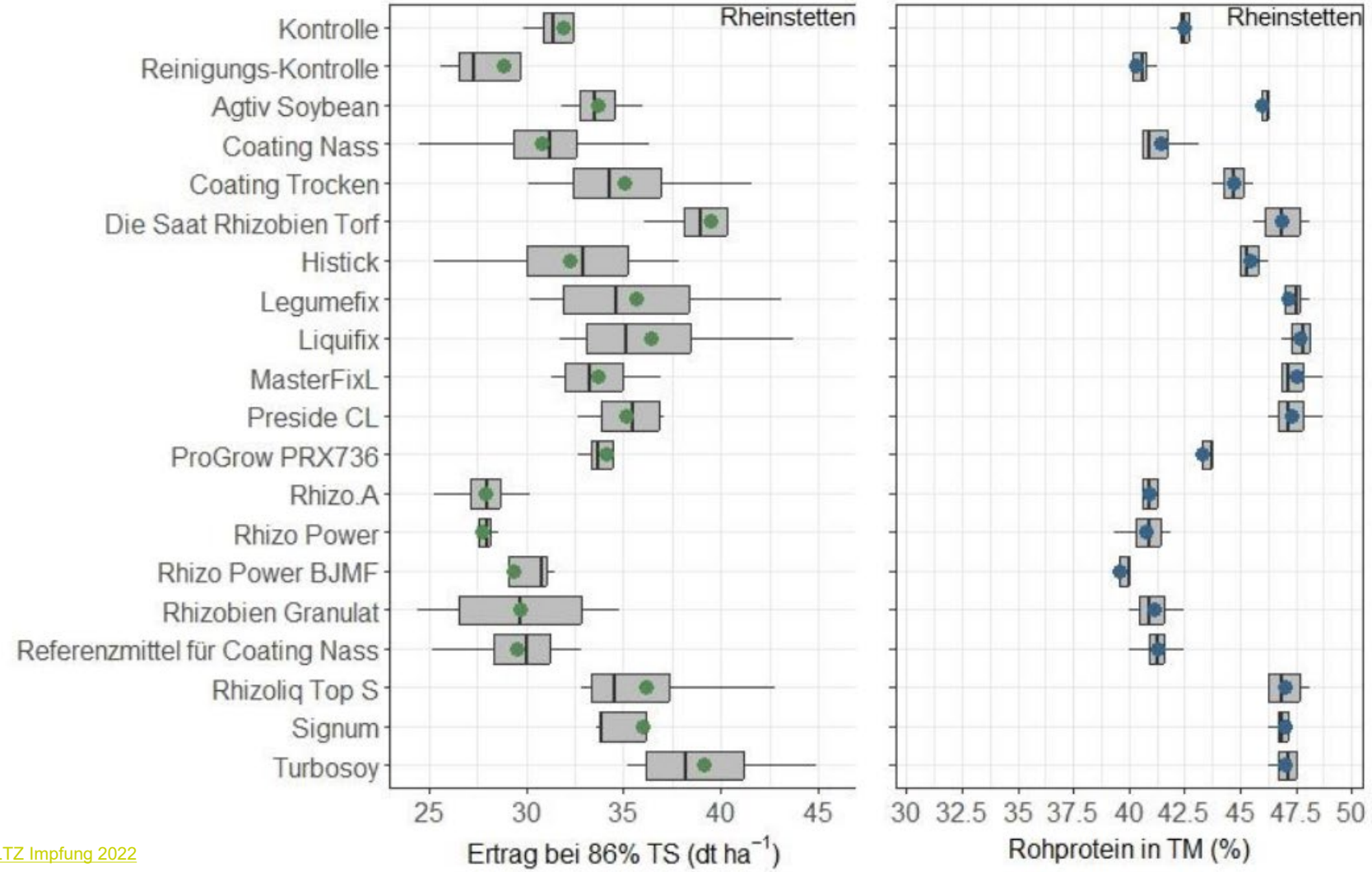
Knöllchenbakterien - Bradyrhizobium japonicum

Bild: F.Kornis

Bild: F.Kornis

Rhizobien-Impfung – zwei mögliche Impfverfahren mit Rhizobien:

- Bodenimpfung mit Mikrogranulat: Ausbringung mit Granulatstreugeräten
- Saatgut-Kontaktimpfung (Rhizoliq Top, HiStick)
- Impfung ist beim Erst-Anbau zwingend notwendig, wenn kein mineralischer Stickstoff gedüngt werden soll

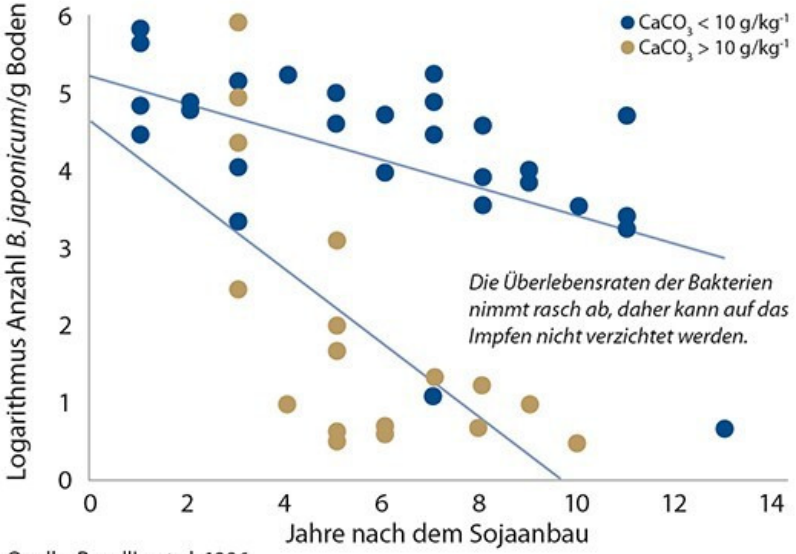


Quelle: LTZ Impfung 2022

Rhizobien-Impfung

- Rhizobien können in neutralem bis schwach saurem Boden mind. 4 Jahre überdauern deutlich kürzer auf basischen und sandigen Böden

Abb. 1: Überleben der Bakterien im Boden abhängig von Bodeneigenschaften wie dem Kalziumcarbonat-Gehalt



Quelle: Revellin et al. 1996

Quelle: Saaten Union

Rhizobien-Impfung – Grundregeln beim Impfen

- Saatgut erst kurz vor der Saat Impfen und kurz trocknen lassen
  - (verhindert Verklebungen in der Sämaschine)
  - je kürzer der Abstand, desto besser (innerhalb von 24 h)
- Impfmittel während des Impfens nicht der UV-Strahlung (Sonne) aussetzen
- Geimpft gekauftes Saatgut immer nachimpfen
- In den ersten 2 bis 3 Anbaujahren mit doppelter Aufwandmenge impfen, um Bakteriendichte im Boden anzureichern
- Geimpftes Saatgut nicht der Hitze oder Sonne aussetzen
  - Bakterien sind empfindlich und sterben ab

Düngung – Grenzen der N_2 – Fixierung der Sojabohne

- Niedrige Temperatur während der V-Phasen begrenzt die Nodulierung
- N_{min}-Gehalt des Bodens (Nitrattoleranz)
- Sojasorte–Rhizobienstamm - Wechselwirkung
- Trockenstress u.a. Umwelteffekte
- Generell: 50-80% des N-Bedarfs aus Fixierung,
  - in Mitteleuropa eher 30-50% N-Bilanz
- N-Fixierung 100 kg/ha
- Höheres Ertragsniveau → negative N-Bilanz zu erwarten

Quelle: F. Salvagiotti, et al. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review, Field Crops Research, Volume 108, Issue 1, 2008, Pages 1-13, doi: 10.1016/j.fcr.2008.03.001.

Düngung zu Sojabohnen

- Wenn keine oder kaum (< 2 St.) Knöllc[illegible]zeln zu finden (bei einer Wuchshöhe von 15 - 25 [illegible]
- Knöllchen da aber nicht Akt[illegible]ß)
- Düngung von 40 bi[illegible] nach N_{min}) ➔ vor Blüte (Mitte bis Ende Juni)
- nach Blü[illegible]ehr streuen ➔ Reifeverzögerung

Laut Düngeverordnung hat Soja keinen N-Bedarf → Keine Düngung erlaubt

Düngung zu Sojabohnen – Nährstoffgehalte

[1]

Ernteprodukte	Nährstoffgehalte	[kg/dt]		
Sojabohne	N	P_2O_5	K_2O	MgO
Korn	5,8	1,62	1,94	0,3
Stroh (bezogen auf Einheit Erntegut)	1,5	0,38	1,56	0,64
Korn + Stroh	7,3	2	3,5	0,94

[2]Grunddüngung bei 3 t / ha: 45 51 15,

Empfehlung: bei ausgeglichenen Bodengehalten reagiert die Sojabohne kaum auf GD → Nährstoffausgleich zu bedürftigeren Kulturen

Quellen:
[1] LTZ Augustenberg, 2011. Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland in Baden-Württemberg, S. 84 in: www.sojafoerderring.de
[2] RP Freiburg

Düngung zu Sojabohnen – Schwefel und Calcium

- Schwefel ➔ Bedarf 40 bis 60 kg/ha
  - notwendig für Eiweißbildung,
  - beeinflusst die Lebensdauer von Rhizobien
  - Aber: kein Mehrertrag, da S-Bedarf zur Kornfüllung während hoher S-Mineralisierung[1]

- Calcium → idealer pH 6,5 - 7
  - Verschlämmung reduzieren
  - fördert Rhizobien
  - speziell auf kalten Standorten

Quelle: [1] www.sojafoerderring.de

Düngung zu Sojabohnen - Mikronährstoffe

- Mo und Fe Bestandteil von Nitrogenasen bzw. Leghämoglobin; Fe-Verfügbarkeit kritisch auf alkalischen Böden
- Kobalt notwendig für Stickstofffixierung Bestandteil von Vitamin B12 ➔ Leghämoglobin
- Zink notwendig für Eiweißstoffwechsel, knapp in Mais-Fruchtfolgen
- Mangan notwendig für Assimilatversorgung der Rhizobien
- Bor knapp auf alkalischen Böden, bei Trockenheit und pH > 7

→ Aber: In Literatur und Versuchen durchwachsenes Ergebnis ohne einheitliche Mehrerträge[1]

Quelle: [1] www.sojafoerderring.de

Pflanzenschutz

Pflanzenschutz

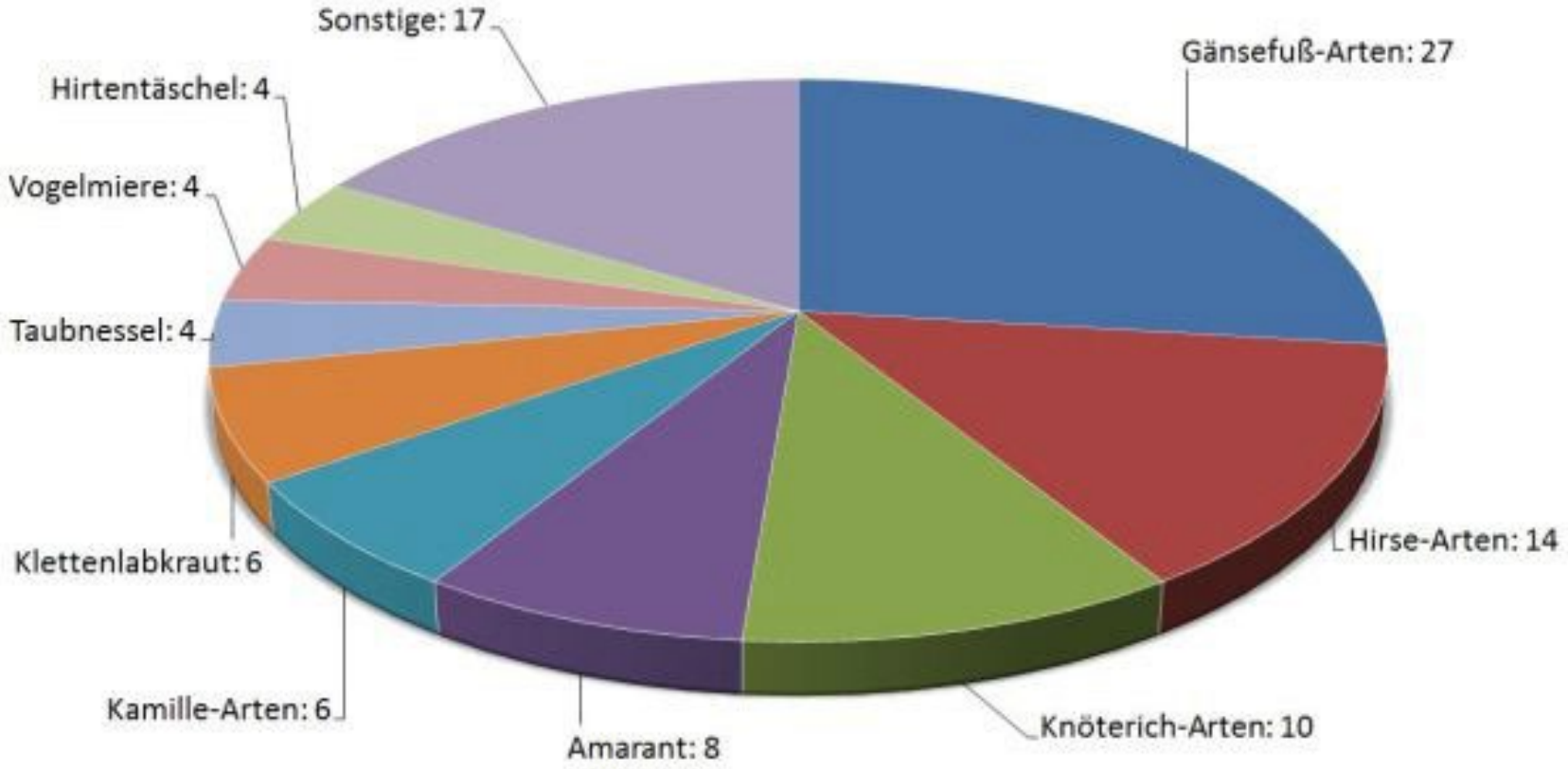
Wichtigste Maßnahme ist die Unkrautbekämpfung !

Die Unkrautbekämpfung entscheidet über den Anbauerfolg!

…weil die Sojabohne eine langsame Jugendentwicklung hat…

Unkräuter in Sojabohnen

Anteil am Unkrautspektrum (%), 31 Feldversuche in Bayern und Baden-Württemberg, 2010 - 2013



Quelle: http://www.lfl.bayern.de

Temperatursumme nach der Saat und Auflauf verschiedener Unkräuter

70 bis 90° C	120 bis 150° C	200 bis 250° C
Kamille	Knöterich-Arten	Sonnenblume
Raps	Hellerkraut	Melde
Hederich	Stiefmütterchen	Weißer
Vogelmiere	Klettenlabkraut	Gänsefuß
Ehrenpreis	Hundspetersilie	Bingelkraut
Rauke	Zweizahn	Amarant

Acker-Winde

- Auf Standorten mit Acker-Windenbesatz wird von einem Sojaanbau abgeraten

→ Keine Bekämpfung möglich

Grundsätzliches

- Auswahl von „sauberen“ Flächen
- Rasche Keimung und gute Jugendentwicklung fördern
  - Geeignete Aussaatbedingungen und Saatgutqualität

Mechanische Regulierung

- Wichtig: Trockene Bedingungen
- Saatbettbereitung
  - Mehrfach oberhalb des Saathorizontes
  - Bringt Begleitflora zum Auflaufen

Foto: J. Unsleber

Mechanische Regulierung

- Wichtig: Trockene Bedingungen
- Striegeln
  - Bei gleichmäßiger Saattiefe und warmer Witterung 4 Tage nach Saat blindstriegeln → **Kontrollieren**
  - Wenn Pflanzen standfest (häufig nach 1. Laubblatt), kann weiter gestriegelt werden

Foto: Taifun Tofuprodukte

Mechanische Regulierung

- Wichtig: Trockene Bedingungen
- Hacken
  - Drei bis fünf Durchgänge
  - Bis Reihenschluss

Foto: Taifun Tofuprodukte

Bild: F.Kornis

Mechanische Regulierung

pp Federolf

Chemische Regulierung

- Fokus auf Vorauflauf! → Weißer Gänsefuß
- Vorher Walzen um eine gute Bodenbedeckung zu erhalten
  - Walze würde sonst Herbizidfilm stören
- Auf optimale Saattiefe und gute Bedeckung des Saatgutes achten

- Im Vorauflauf keine Wirkung gegen Distel, Winden und Ampfer!

Präparat	Wirkstoff in g/l oder g/kg	Anwendungs-zeitraum	Zugel. Aufw.menge in l/ha oder g/ha	Empfohlene Aufwandmenge in l/ha oder g/ha	Gewässer-abstand	weitere Auflagen	Gräser/Hirse				Leitunkräuter						
							Ackerfuchs-schwanz	Windhalm	Flughafer	Hirsearten	Amarant	Franzosenkraut	Nachtschatten	Melde / Gänsefuß	Klettenlabkraut	Kamille	Knöterichartige
Vorauflaufherbizide																	
Spectrum	Dimethenamid-P 720	Vorauflauf	0,8 - 1,4 l	0,6 - 0,8 l	**** (90%)	NT 101 NW 701 / 706	-	+	-	+++	+++	++(+)	++	+	-	++	-
Spectrum Plus **	Dimethenamid-P 212,5 Pendimethalin 250	Vorauflauf	4,0 l	2,75 l	5 m (90%)	NT 112 NG 405 NW 706 NT 145/146/170	+	++	-	+++	+++	++(+)	++(+)	++(+)	+(+)	++	+
Stomp Aqua **	Pendimethalin 455	Vorauflauf	2,6 l	1,5 l	5 m (90%)	NT 112 NT 145/146/170	+	++	-	+(+)	++(+)	++	++	+++	+(+)	+	+
Quantum	Pethoxamid 600	Vorauflauf	2,0 l	1,5 - 2,0 l	**** (90%)	NT 101 NW 706 NG 405	+	++	-	++	++	++	++	++	+	++(+)	+
Centium 36 CS Gamit 36 AMT	Clomazone 360	Vorauflauf, bis 5 Tage nach der Saat	0,25 l	0,20 - 0,25 l	****	NT 102 NT 127 NT 149	-	-	-	-	-	-	+	+	+++	-	++(+)

Die Einstufung der Wirkungsgrade von Clearfield Clentiga und Harmony SX geht von einer Vorbehandlung aus. Eine alleinige Nachauflaufbehandlung ist in Soja nicht möglich! Die Unkräuter dürfen bei der Nachbehandlung mit Clearfield Clentiga und Harmony SX nicht wesentlich über das erste Laubblattstadium sein um eine gute Bekämpfung zu gewährleisten!

** Stomp Aqua und Spectrum Plus: Schäden an Soja möglich, exakte Mindestsaatgutablage von 5 cm erforderlich

*** Harmony SX: keine Verwendung behandelter Pflanzen als Grünfutter

**** Länderspezifischer Mindestabstand und Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung muss beachtet werden

Präparat	Wirkstoff in g/l oder g/kg	Anwendungs-zeitraum	Zugel. Aufw.menge in l/ha oder g/ha	Empfohlene Aufw. in l/ha oder g/ha	Gewässer-abstand	weitere schwan Auflagen	Gräser/Hirse				Leitunkräuter						
							Ackerfuchsschwanz	Windhalm	Flughafer	Hirsearten	Amarant	Franzosenkraut	Nachtschatten	Gänsefuß/Melde	Klettenl	Kamille	Knöterich
Nachauflaufherbizide (Einstufung nur zur Nachbehandlung, Vorauflaufbehandlung muss erfolgt sein, alleinige Unkrautbekämpfung im Nachauflauf nicht möglich!)																	
Unkräuter																	
Clearfiled Clentiga + Dash	Imazamox 12,5 Quinmerac 250	Nachauflauf	1,0 l + 1,0 l	1,0 l + 1,0 l	****	NT 108-1, NT 140 NG 343,354	+	+	+	+(+)	++(+)	++(+)	++(+)	++(+)	++(+)	++	++
Harmony SX***	Thifensulfuron 500	2 x im Splitting Nachauflauf bis BBCH 14 der Sojabohne	2 x 7,5 g	5,0 - 7,5 g	****	NT 101	-	-	-	-	++(+)	++(+)	+	+(+)	+	++	+(+)
Ungräser																	
Agil S	Propaquizafop 100	Nachauflauf bis Blüten-anlagen sichtbar	0,8 l	0,5 - 0,8 l	****		+++	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-
Focus Ultra	Cycloxydim 100		2,5 - 5,0 l	1,5 - 2,5 l	****	NT 101/102	+++	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-
Targa Super	Quizalafop-P 46,3		1,5 - 2,5 l	1,0 - 1,5 l	****	NT 101/102	+++	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-
Fusilade Max	Fluazifop-P-butyl 125		1,0 - 2,0 l	0,8 - 1,0 l	****	NT 101 / 103	+++	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-

Die Einstufung der Wirkungsgrade von Clearfield Clentiga und Harmony SX geht von einer Vorbehandlung aus. Eine alleinige Nachauflaufbehandlung ist in Soja nicht möglich!

Ernte

Ernte - Zeitpunkt

- Mitte September bis in den Oktober
- Blätter meist abgefallen
- Körner lose in der Hülse (klappern beim Schütteln)
- Kornfeuchte 14 - 20 %
- früher Drusch: Verschmutzung der Kornoberfläche geringer
- später Drusch: hohe Kornfeuchte durch hohe Luftfeuchte

- Anteil von Bruchkörnern und Hülsen gering halten
  - → Drehzahl der Dreschtrommel niedrig (400 - 600 U/min), Dreschkorb und Siebe entsprechend einstellen
- Gefahr von Besatz mit Mais, Erbsen etc.
  - → Sauberkeit bei Mähdrescher, Transport und Lager

FAHR

www.landwirt.com

Lagerung

- lagerfähig ab 13 % Feuchte
- Langzeitlagerung: 9 %
- möglichst schonende Trocknung (unter 40° C)
- getoastete Sojabohnen bis 10 Monate lagerfähig

Erntegut so schnell wie möglich:
- reinigen
- kühlen (15° C)
- trocknen, um Toxinbildung zu unterbinden

	Weinbauregion >1800°C	Gäulagen >1600°C	Höhenlagen >1450°C
Grunddüngung	50 bis 200 kg K_2O (je nach Vorfrucht und Boden) z.B. KSO_4		
Bodenbearbeitung	tiefe intensive, ebene Oberfläche		
Sorte	0 bis 00	00 / 000	000
Impfung	Immer! Bei Erst- und Zweitanbau doppelt impfen flüssige Präparate i.d.R. besser (z.B. mit Rizoliq Top S)		
Ca-Düngung	VSE - 100 bis 400 kg CaO ➔ z.B. Branntkalk		
Aussaat (ab 10°C BoTemp)	05-20.04.	15-30.04	25.04. bis 10.05.
Reihenweite	45 cm	45 cm	15 bis (45 cm)
Aussaatstärke	35 - 45 Kö/ha	40 – 50 Kö/ha	50 – 60 Kö/ha
Unkraut-bekämpfung	Mechanisch oder Chemisch VA + NA		
N-Düngung	wenn in EC 14-16 keine Knöllchen → in D nicht erlaubt		
Blattdüngung	pH > 7,0 ➔ Fe, Zn, Mn, B, Co pH < 6,0 ➔ Mo, B, Mn (lockere Böden), Zn (Humus < 1,5%)		
Ernte	Verluste reduzieren ➔ Flex-Schneidwerk		

Verwertung, Vermarktung

- Monogastrier:
  - Sojabohnen müssen getoastet werden (Tripsin-Inhibitor senkt Verdaulichkeit)
- Rinderfütterung:
  - Bis 1,5 kg/Tag Sojabohnen können „roh“ verfüttert werden (Im Pansen wird Eiweiß aufgeschlossen)
- Vertragsanbau von Soja für Tofuherstellung
  - (vorwiegend im ökologischen Landbau)
- Nachfrage nach GVO-freier, konventioneller Ware aus regionalem Anbau ist eine Chance

Alternative Anbausysteme

- Direktsaat – Planting green
- Hohes Risiko
- Nur bei guter Wasserversorgung

2 Roggendurchwuchs ließ sich nicht immer vollständig vermeiden. | **3** Die Messerwalze soll die Halme zusätzlich knicken und somit den Assimilatfluss unterbrechen. | *Fotos: Haak*

Relay cropping – aktuelle Ergebnisse aus Brandenburg

rolf

Fig. 1. Phases of soy-wheat relay intercropping. a) The established first crop, winter wheat, with empty rows for the second crop, b) soy seedlings in between wheat, c), fully ripe wheat with the growing soy, and d) wheat that has been harvested leaving the growing soy.

Hoc

Thompson, Jennifer & Döring, Thomas & Kimura, Sonoko & Yu, Jing & Reckling, Moritz. (2025). Performance of soy-winter wheat relay intercropping under various water conditions. Field Crops Research. 333. 10.1016/j.fcr.2025.110083.

Relay cropping – aktuelle Ergebnisse aus Brandenburg

- …zu trocken für das System…

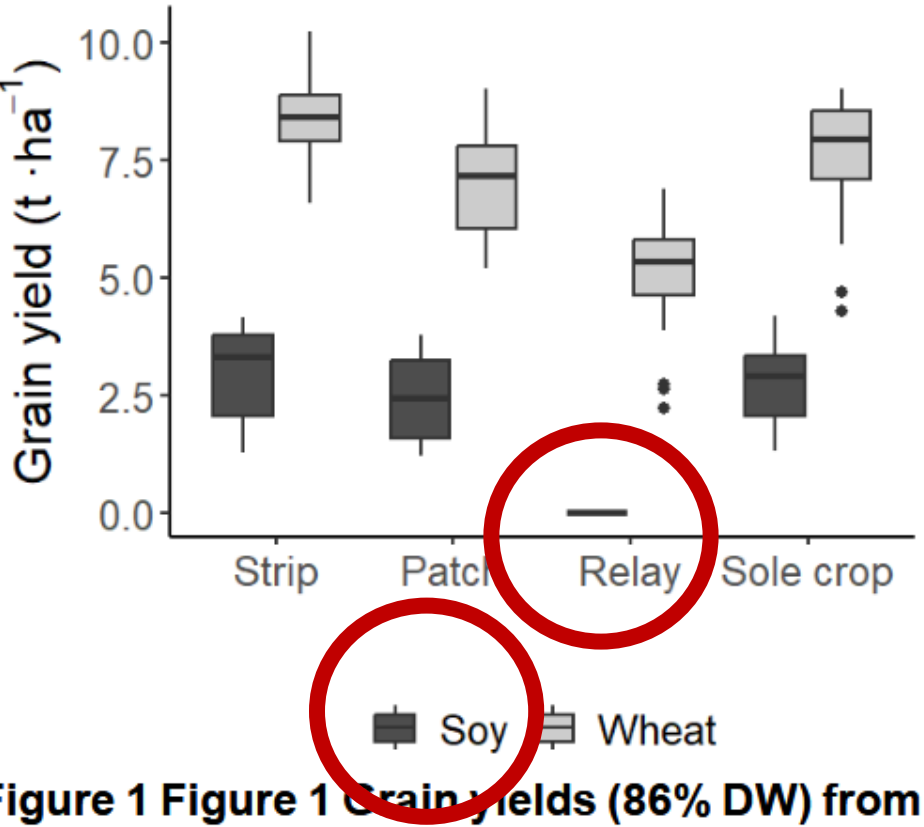


Figure 1 Figure 1 Grain yields (86% DW) from each cropping treatment in the on-farm experiment. Yields are averaged over both experimental years.

Tompson 2025 Reshaping the Field: Designing Spatial Arrangements of Soy Wheat - Intercropping for Yields and Ecosystem Services
Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 34: 17-20

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit